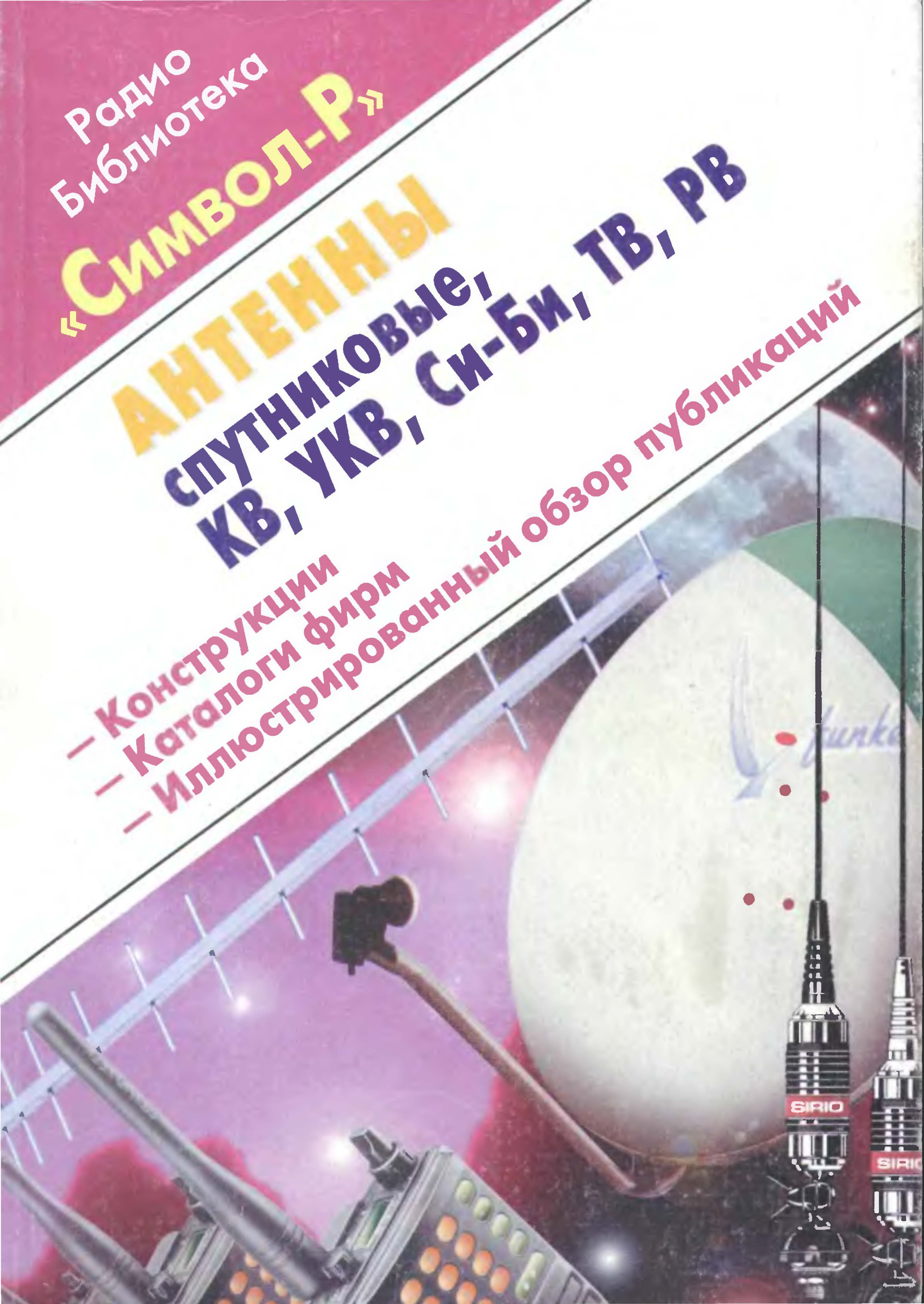
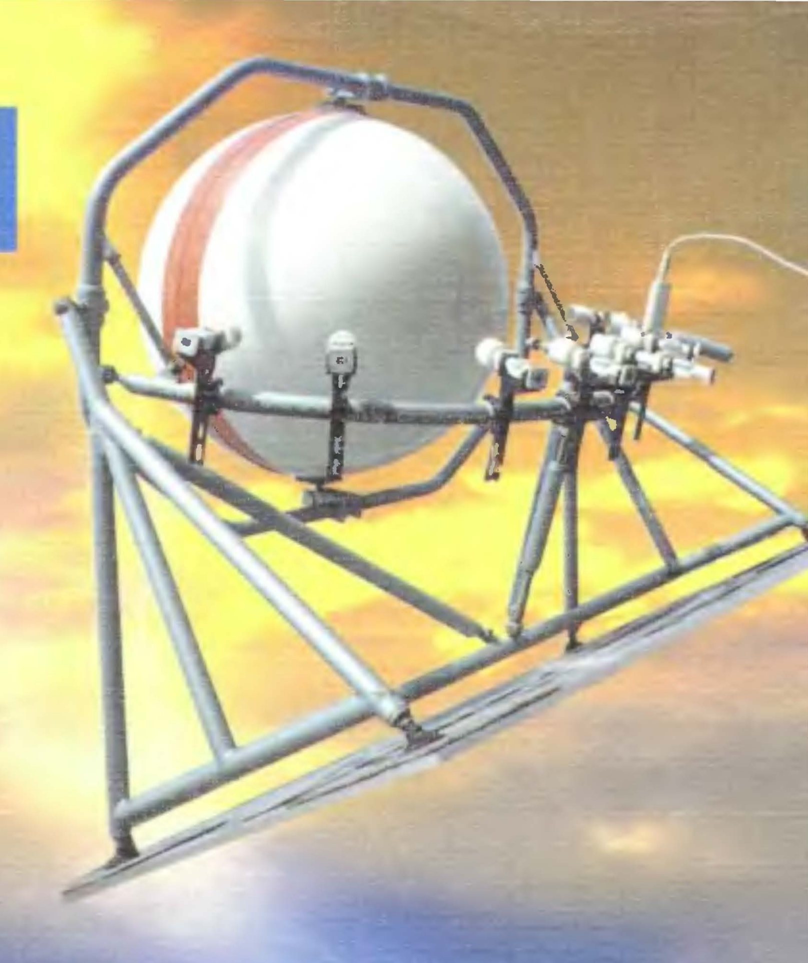

Радио
Библиотека
«Символ-Р»
АНТЕННЫ
спутниковые,
КВ, УКВ, Си-Би, ТВ, РВ
— Конструкции
— Каталоги фирм
— Иллюстрированный обзор публикаций
SIRIO
SIRIO





Радиобиблиотека "СИМВОЛ-Р"

АНТЕННЫ
СПУТНИКОВЫЕ
КВ, УКВ, СИ-БИ, ТВ, РВ

конструкции
каталоги фирм
иллюстрированный обзор публикаций

Издательство "Символ-Р"
Москва, 1998

ББК 32.94.5
А72

А72 Антенны спутниковые, ТВ, РВ, СИ-БИ, КВ, УКВ (конструкции, каталоги фирм, иллюстрированный обзор публикаций)
М.: "Символ-Р", ил.

ISBN 5-5-86955-017-3

Описаны конструкции спутниковых, ТВ, РВ, Си-Би, КВ, УКВ антенн, требования к антенным системам и фидерам, приведены методы расчета, настройки и оптимального применения, помещены из каталогов ведущих зарубежных фирм технические данные, внешние виды и назначения дециметровых, метровых и всеволновых ТВ антенн, антенн для приема телевизионных программ через ИСЗ, базовых, автомобильных Си-Би антенн, КВ и УКВ антенн для профессиональной и любительской связи. Публикуется иллюстрированный обзор описаний антенн по книге К. Ротхаммеля и отечетственным и зарубежным журналам.

$\frac{\text{А } 24020200000\text{-}002}{\text{ОС6 (03)–98}}$ без объявления ББК 32.94.5

Составитель и редактор **А.Я. Гриф**

Авторы глав:

1–9; 13 – **В.А. Никитин**; 10 – **Б.Б. Соколов, В.В. Щербаков**, 11 – **Ю.В. Жомов**, 12 – **Ю.А. Виноградов**.

ИЗДАНИЕ ОСУЩЕСТВЛЕНО ПРИ СОДЕЙСТВИИ ФИРМЫ ДМК
Тел.: (095) 264-75-36.

Лицензия ЛРН-070936 от 19.04.1993.

Подписано в печать 17.04.98. Формат 60 × 88 1/16.
Печать офсетная, бумага офсетная, п. л. – 20. Тираж 10000 экз. Зак.

Редакционно-издательское предприятие **"Символ-Р"**
Генеральный директор **А.Я. Гриф**
125015 Москва, Б. Новодмитровская ул. 23А.
Тел. и факс: (095) 285-18-41.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ЗАО "Красногорская типография"
143400, Московская обл., г. Красногорск, Коммунальный квартал, 2.

ISBN 5-86955-017-3

ОТ ИЗДАТЕЛЯ

Это уже четвертая книга "Символ-Р" по антеннам. Антенны, казалось бы, самый простой по конструкции и вместе с тем самый сложный по выполнению и применению элемент любого передающего и приемного эфирного устройства. Может быть именно поэтому они так разнообразны по своему типу, виду, назначению, габаритам, техническим параметрам, частотным характеристикам, размерам. От многометровых парабол земных станций космической связи до миниатюрных штыревых антенн карманного телефона, от телевизионного "волнового канала" до многоэтажных, многоэлементных остронаправленных УКВ конструкций. А если попытаться перечислить их по назначению: спутниковые, телевизионные, радиовещательные, связных радиостанций, Си-Би, любительские антенны коротковолновиков и ультракоротковолновиков. Антенны можно также разделить на серийно выпускаемые фирмами-производителями и индивидуально разрабатываемые и изготавливаемые в единичных экземплярах в КБ или НИИ по заказам связистов.

Антенные системы - предмет извечного приложения любительского творчества. Здесь тон задают коротковолновики и ультракоротковолновики, так как принять слабые сигналы дальних DX-станций, редкий позывной сквозь шум эфира и помех без хорошей, грамотно рассчитанной и настроенной антенны вряд ли удастся.

Каждый ни раз убеждался на своем опыте, что без хорошей телевизионной антенны получить четкое, контрастное, насыщенное цветное изображение на экране телевизора просто невозможно. Отсюда неустанный поиск оптимальных решений разного типа телевизионных антенн: "волновой канал", бегущая волна, зигзагообразные, логопериодические, синфазные решеткн, а также активные с антенными усилителями.

Быстро развивается вместе с расширением технических и географических границ сравнительно молодое направление в массовой телекоммуникации - Гражданская связь в диапазоне 27 МГц - Си-Би. Во многом успеху ее прогресса способствует создание фирмами большой линейки антенн. Удачный творческий поиск в этой отрасли ведут и энтузиасты Си-Би связи, разрабатывая, экспериментируя и каждодневно совершенствуя антенны базовых, портативных, автомобильных станций.

В названии предлагаемой читателю книги включены, пожалуй, все перечисленные выше типы антенн. И это не случайно. Рассказы об их особенностях, технических данных, изготовлении (если это самодельные антенны), о настройке, установке, о рациональном использовании приведены в соответствующих главах этого справочного, по своему характеру прикладного издания. Одна из особенностей книги заключается в том, что читатель не только может по приведенным описаниям построить, настроить и установить нужную конструкцию, но по помещенным приложениям, составленным по каталогам ведущих фирм, ознакомиться с лучшими образцами промышленных антенн. Если он остановит свой выбор на одном из изделий, то, пользуясь почтовым адресом, адресом в Интернет или по телефону, факсу, которые он

найдет в рекламе фирм на обложках книги, желающий может заказать и приобрести нужную антенну. В приложениях впервые публикуются выдержки из каталогов телвизионных и спутниковых антенн фирмы "Белка", Си-Би антенн фирмы Sirio Antenne S.r.l (поставщик "УМД-проект") и фирм Алан CTE Jnternational, КВ и УКВ антенн фирмы "Компас-Р".

Для того, чтобы существенно расширить информационные возможности книги, в нее включены объемный иллюстрированный обзор описаний антенн из отечественных и зарубежных публикаций, включая книгу К. Ротхаммеля, а также иллюстрированный аннотированный указатель журнальных статей о конструкциях в журналах "Радио", "Радиолюбитель" и "КВ-журнал".

В создании книги принимали участие В. А. Никитин (главы 1-9 и 13); Б. Б. Соколов и В. В. Щербаков (глава 10), Ю. В. Жомов (глава 11), Ю. А. Виноградов (глава 12).

Отзывы и пожелания просим направлять в издательство "Символ-Р" по адресу: 125015, Москва, Б. Новодмитровская, 23 А; тел. и факс (095) 285-18-41.

1. АНТЕННЫ НАЗЕМНОГО, СПУТНИКОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ

1.1. СОСТАВ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА

Телевидение в нашей стране прошло ряд этапов развития. Первые опытные телевизионные передачи были осуществлены 29 апреля и 2 мая 1931 г., а с 1 октября этого же года начались регулярные передачи с разложением изображения на 30 строк и 12,5 кадров. С 1937 г. начались передачи сравнительно высококачественного изображения с разложением на 343 строки и 25 кадров. В 1948 г. наша страна впервые в мире освоила телевизионный стандарт с разложением на 625 строк и 50 полей. С 1967 г. начались регулярные передачи цветного телевидения. В настоящее время повсеместно все программы телевидения передаются в цветном изображении.

Наряду с развитием передающей телевизионной сети развивалась и приемная сеть. Если в 1940 году отечественная промышленность выпустила всего 300 телевизионных приемников, в 1950 г. - 11 900, то к концу 1990 г. их выпуск превысил 10 млн., в том числе более 6 млн. цветных. Количество телевизоров у населения к началу 1991 г. превысило 100 млн. Практически каждая семья имеет телевизор, а многие - два и более. Этим объясняется большой интерес к телевизионной технике в самых различных слоях населения.

Изображение любых предметов, в принципе, передать можно сразу все, но для этого потребовалось бы огромное количество каналов связи, равное количеству элементов изображения, а для высокого качества размеры этих элементов должны быть достаточно малы. Поэтому в телевидении используется принцип поочередной передачи сигнала, подобный чтению текста: по строкам, слева направо, немного вниз, снова слева направо и так до конца, пока не будет считано все изображение. Такой процесс передачи изображения называется разверткой изображения по времени.

Для преобразования изображения в электрический сигнал и осуществления развертки служит передающая телевизионная трубка, входящая в состав передающей камеры. Камера похожа на фотоаппарат и содержит объектив, которым передаваемое изображение проецируется целиком на мишень передающей трубки. Мишень покрыта светочувствительным веществом в виде мельчайших зерен, заряжаемых под воздействием света. Сильно освещенные зерна заряжаются сильнее, а те, на которые не падает свет, не заряжаются.

Для развертки на мишень направляется электронный луч, который отклоняющей системой перемещается по мишени слева направо (по строкам) и сверху вниз (по кадру). Эти направления разверток называются прямым ходом. Кадровая развертка значительно медленнее строчной. Поэтому каждая последующая строка располагается немного ниже предыдущей. После прямого хода строчной развертки следует ее обратный ход.

– луч быстро возвращается к левому краю мишени и начинается прямой ход следующей строки. Когда под воздействием прямого хода кадровой развертки будет пройдена последняя нижняя строка, возникнет обратный ход кадровой развертки, луч быстро переместится вверх и начнется развертка следующего кадра.

Для получения хорошей разрешающей способности (различимости мелких деталей изображения) за время передачи полного кадра строчная развертка обходит 625 строк. Во избежание мельканий при передаче движущихся изображений смена кадров производится достаточно быстро – 50 раз в секунду. Такая развертка называется прогрессивной, или построчной. Однако прогрессивная развертка по ряду причин оказалась неудобной. Поэтому вместо 50 кадров в секунду передается 50 полей, причем каждое поле содержит вместо 625 строк вдвое меньше – 312,5, а строки в полях расположены через одну. Таким образом, в течение одного поля передаются лишь нечетные строки – 1, 3, 5 и т. д., а в течение следующего поля – четные – 2, 4, 6 и т. д. Такая развертка называется чересстрочной.

Электронный луч, обегая мишень передающей трубки, разряжает накопленные на ней заряды. Ток луча изменяется в соответствии с зарядами в каждой точке мишени, т. е. в соответствии с изображением, которое было на нее спроецировано. В результате на сопротивлении резистора, по которому протекает ток луча, образуется напряжение видеосигнала. Для получения точно такого же изображения на экране телевизора, как на мишени передающей трубки, электронный луч приемной трубки (кинескопа) должен обходить экран в том же порядке, в котором обходил мишень луч передающей трубки. Для этого к сигналу изображения подмешиваются строчные и кадровые синхронизирующие импульсы.

Во время обратного хода луча кинескопа по строкам и по кадрам он должен быть погашен. Для этого к сигналу изображения также подмешиваются специальные гасящие импульсы в конце каждой строки и в конце каждого поля. Синхроимпульсы размещаются на гасящих импульсах, как на пьедестале. Таким образом, гашение луча кинескопа начинается еще до начала обратного хода и заканчивается после его завершения. Чтобы генератор строчной развертки телевизора не вышел из синхронизма во время кадрового синхроимпульса, в него вводятся строчные синхроимпульсы в виде врезок. Кроме того, перед кадровым синхроимпульсом и после него вводится по шесть так называемых уравнивающих импульсов.

Смесь сигнала изображения и полного синхросигнала образует полный телевизионный сигнал, который подается на модулятор передатчика изображения. При цветном телевидении полный телевизионный сигнал содержит еще сигналы цветности и опознавания цветной передачи. Эти сигналы воспринимаются только цветными телевизорами.

Звуковое сопровождение телевизионной передачи ведется при частотной модуляции несущей частоты. Разнос между несущими частотами изображения и звука в странах СНГ принят равным 6,5 МГц. Для передачи звукового сопровождения используется отдельный передатчик. Передатчики изображения и звукового сопровождения работают на общую широкополосную антенну – многоэтажную, турникетного типа. Такая антенна в горизонтальной плоскости имеет ненаправленную круговую диаграмму направленности, а в вертикальной создает узкий лепесток диаграммы,

прижатый к поверхности земли, что увеличивает поток мощности в этом направлении и препятствует излучению под большими углами к горизонту, которое бесполезно.

1.2. СТАНДАРТЫ И СИСТЕМЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Система преобразования изображения и звукового сопровождения телевизионной передачи в электрический сигнал на передающей стороне и обратного преобразования на приемной устанавливается телевизионным стандартом. Разные страны мира используют разные стандарты, сложившиеся исторически, которые различаются числом строк в полном кадре, частотой полей, разносом между несущими частотами сигналов изображения и звукового сопровождения, видом модуляции несущей сигналом звукового сопровождения и другими параметрами.

В большинстве стран мира их стандартами предусмотрено разложение изображения на 625 строк и 50 полей при чересстрочной развертке. В странах же Америки, Японии и некоторых других частота полей составляет 60 Гц, а число строк в полном кадре – 525. У нас и в странах Восточной Европы разнос между несущими частотами изображения и звукового сопровождения принят равным 6,5 МГц, а в большинстве других стран мира – 5,5 МГц. Кое-где используется амплитудная модуляция несущей частоты сигналом звука вместо общепринятой частотной модуляции. Имеются и другие различия. Каждому телевизионному стандарту присвоена определенная буква латинского алфавита, которая позволяет определить все его характеристики.

Помимо разных телевизионных стандартов существуют три разные системы цветного телевидения – СЕКАМ, ПАЛ и НТСЦ, каждая из которых характеризуется определенным способом формирования сигнала, содержащего информацию о цвете элементов изображения.

Различия в стандартах мешают использовать телевизор, рассчитанный на один стандарт, для приема передачи по другому. Такие рассогласования обычно происходят при использовании импортных телевизоров, когда из-за разницы в стандартах оказывается невозможно принять звуковое сопровождение телевизионных передач или при цветной передаче изображение на экране телевизора оказывается черно-белым. В таких случаях неизбежна переделка телевизора, порой достаточно сложная. Поэтому в последние годы многие зарубежные производители стали выпускать телевизоры, оснащенные микропроцессором, который автоматически способен распознать стандарт принятого телевизионного сигнала и систему цветного телевидения, использованную в этом сигнале. Процессор производит необходимые переключения в схеме телевизора, которые обеспечивают нормальный прием изображения и звука, освобождая владельцев такого телевизора от забот.

Для многопрограммного телевизионного вещания сигналы одной программы отличаются от сигналов другой, чтобы на приемной стороне можно было бы выбрать нужную программу. Это обеспечивается, как и в радиовещании, тем, что разные программы передаются на разных частотах. Для телевидения выделены три диапазона частот в области метровых волн и два диапазона в области дециметровых. Для каждой программы выделяется один канал шириной 8 МГц, а каждому каналу присваивается постоянный

порядковый номер. Первый и второй частотные каналы относятся к диапазону I, с третьего по пятый – к диапазону II, с шестого по двенадцатый – к диапазону III, с 21-го по 39-й – к диапазону IV, а с 40-го по 80-й – к диапазону V. В табл. 1.1 и 1.2 приведены основные параметры телевизионных частотных каналов в области метровых и дециметровых волн: $f_и$ – несущая частота канала изображения; $f_з$ – несущая частота канала звука; f_c – средняя несущая частота; $\lambda_и$ – длина волны канала изображения; $\lambda_з$ – длина волны канала звука; λ_c – средняя длина волны. При изготовлении телевизионной антенны нужно знать номер частотного канала, по которому идет передача, но не путать его с номером программы.

Таблица 1.1

Основные параметры частотных каналов метровых волн

Номер канала	$f_и$, МГц	$f_з$, МГц	f_c, МГц	$\lambda_и$, мм	$\lambda_з$, мм	λ_c, мм
1	49,75	56,25	52,900	6030	5333	5671
2	59,25	65,75	62,415	5063	4563	4807
3	77,25	83,75	80,434	3883	3582	3730
4	85,25	91,75	88,440	3519	3270	3392
5	93,25	99,75	96,445	3217	3008	3111
6	175,25	181,75	178,470	1712	1651	1681
7	183,25	189,75	186,472	1637	1581	1609
8	191,25	197,75	194,473	1569	1517	1543
9	199,25	205,75	202,474	1506	1458	1482
10	207,25	213,75	210,475	1448	1404	1425
11	215,25	221,75	218,476	1394	1353	1373
12	223,25	229,75	226,477	1344	1306	1325

Таблица 1.2

Основные параметры каналов дециметровых волн

Номер канала	$f_и$, МГц	$f_з$, МГц	f_c, МГц	$\lambda_и$, мм	$\lambda_з$, мм	λ_c, мм
21	471,25	477,75	474,489	637	628	632
22	479,25	485,75	482,489	626	618	622
23	487,25	493,75	490,489	616	608	612
24	495,25	501,75	498,489	606	598	602
25	503,25	509,75	506,490	596	589	592
26	511,25	517,75	514,490	587	579	583
27	519,25	525,75	522,490	578	571	574
28	527,25	533,75	530,490	569	562	566
29	535,25	541,75	538,490	560	554	557
30	543,25	549,75	546,490	552	546	549
31	551,25	557,75	554,490	544	538	541
32	559,25	565,75	562,491	536	530	533
33	567,25	573,75	570,491	529	523	526
34	575,25	581,75	578,491	522	516	519
35	583,25	589,75	586,491	514	509	512
36	591,25	597,75	594,491	507	502	505

Номер канала	$f_и$, МГц	$f_з$, МГц	$f_с$, МГц	$\lambda_и$, мм	$\lambda_з$, мм	$\lambda_с$, мм
37	599,25	605,75	602,491	501	495	498
38	607,25	613,75	610,491	494	489	491
39	615,25	621,75	618,491	488	482	485
40	623,25	629,75	626,492	481	476	479
41	631,25	637,75	634,492	475	470	473
42	639,25	645,75	642,492	469	465	467
43	647,25	653,75	650,492	464	459	461
44	655,25	661,75	658,492	458	453	456
45	663,25	669,75	666,492	452	448	450
46	671,25	677,75	674,492	447	443	445
47	679,25	685,75	682,492	442	438	440
48	687,25	693,75	690,492	437	432	435
49	695,25	701,75	698,492	432	428	430
50	703,25	709,75	706,493	427	423	425
51	711,75	717,75	714,493	422	418	420
52	719,25	725,75	722,493	417	413	415
53	727,25	733,75	730,493	412	409	411
54	735,25	741,75	738,493	408	404	406
55	743,25	749,75	746,493	404	400	402
56	751,75	757,75	754,493	399	396	398
57	759,25	765,75	762,493	395	392	393
58	767,25	773,75	770,493	391	388	389
59	775,25	781,75	778,493	387	384	385
60	783,25	789,75	786,493	383	380	381
61	791,25	797,75	794,493	379,1	376,1	377,6
62	799,25	805,75	802,493	375,4	372,3	373,8
63	807,25	813,75	810,493	371,6	368,7	370,1
64	815,25	821,75	818,494	368,0	365,1	366,6
65	823,25	829,75	826,494	364,4	361,6	363,0
66	831,25	837,75	834,494	360,9	358,1	359,5
67	839,25	845,75	842,494	357,5	354,7	356,1
68	847,25	853,75	850,494	354,1	351,4	352,8
69	855,25	861,75	858,494	350,8	348,1	349,4
70	863,25	869,75	866,494	347,5	344,9	346,2
71	871,25	877,75	874,494	344,3	341,8	343,1
72	879,25	885,75	882,494	341,2	338,7	339,9
73	887,25	893,75	890,494	338,1	335,7	336,9
74	895,25	901,75	898,494	335,1	332,7	333,9
75	903,25	909,75	906,494	332,1	329,8	330,9
76	911,25	917,75	914,494	329,2	326,9	328,1
77	919,25	925,75	922,494	326,4	324,1	325,2
78	927,25	933,75	930,494	323,6	321,3	322,4
79	935,25	941,75	938,494	320,8	318,6	319,7
80	943,25	949,75	946,494	318,0	315,9	317,0

1.3. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН И ЗОНА УВЕРЕННОГО ПРИЕМА

Уверенным приемом называют такие условия приема передач, когда независимо от погоды, состояния солнечной активности, времени суток и года, температуры и влажности воздуха, а также других факторов обеспечивается прием программ заранее выбранного телевизионного передатчика.

Официальная зона уверенного приема определяется расстоянием прямой видимости передающей антенны до точки установки приемной антенны. При этом исходят из того, что ультракороткие волны (УКВ), на которых ведутся телевизионные передачи, распространяются прямолинейно, подобно свету, не огибают земную поверхность и не отражаются ионосферой в противоположность волнам коротковолнового диапазона. В связи с тем, что поверхность Земли шарообразна с радиусом сферы около 6370 км, можно вывести следующую формулу для определения максимальной дальности, соответствующей прямой видимости:

$$D = 3,57 (\sqrt{H} + \sqrt{h}),$$

где D - максимальная дальность прямой видимости, км; H - высота передающей антенны, м; h - высота приемной антенны, м.

Формула не учитывает фактического рельефа местности и предполагает, что антенны установлены на идеально ровной сферической поверхности Земли. Кроме того, при распространении радиоволн УКВ диапазона все-таки имеют место и дифракция, и рефракция радиоволн. Дифракцией радиоволн называют явления, возникающие при встрече радиоволн с препятствиями, когда они огибают препятствие и проникают в область тени, отклоняясь от прямолинейного пути. Когда передающая и приемная антенны разделены выпуклостью земного шара, дифракция радиоволн является одной из причин приема сигналов за пределами прямой видимости. Эффект дифракционного проникновения радиоволны в область тени зависит от соотношения между размером препятствия и длиной волны и выражен тем сильнее, чем больше длина волны. Поэтому в диапазоне УКВ, где длина волны сравнительно мала, эффект дифракции не так велик, как в диапазоне длинных или средних волн, но все-таки имеет место.

Распространению радиоволн за пределы прямой видимости также способствует явление, называемое нормальной тропосферной рефракцией (преломлением). Показатель преломления зависит от давления и температуры воздуха, которые убывают с высотой. Это приводит к увеличению максимальной дальности возможного уверенного приема телевизионных передач по сравнению с максимальной дальностью, ограниченной условиями прямой видимости.

Помимо явлений дифракции и нормальной рефракции дальнему распространению радиоволн способствует их рассеяние различными наземными металлическими предметами в виде железобетонных масс зданий, мостов, мачт, а также неоднородностями в верхних слоях атмосферы. В результате рассеяния возникают вторичные излучения сигнала, которые, конечно, значительно слабее по мощности основного. Однако при наличии

высокоэффективной антенны и достаточно чувствительного телевизионного приемника можно считать реальным достижение уверенного приема телевизионных передач благодаря упомянутым выше явлениям на значительно бóльших расстояниях, чем дает формула дальности прямой видимости. Практика подтверждает такой вывод. Действительно, подставив в формулу высоты передающей 525 м (высота Останкинской телебашни) и приемной 30 м антенн, получим дальность, равную 101 км, хотя известно, что в действительности передачи телецентра в Останкине хорошо видны на значительно бóльших расстояниях.

Область, в пределах которой оказывается возможным уверенный прием телевидения, можно поэтому разбить на две зоны: прямой видимости и полутени. В зоне прямой видимости напряженность электромагнитного поля сигнала достаточно велика, и прием возможен с помощью обычных антенн. Расширить зону прямой видимости данного телевизионного передатчика в целях использования сравнительно простой антенны можно лишь увеличением высоты ее установки. Однако в связи с тем, что высота приемной антенны обычно значительно меньше высоты передающей, расширение зоны прямой видимости таким способом оказывается незначительным. Так, в приведенном выше примере увеличение высоты приемной антенны с 30 до 60 м дает расширение зоны прямой видимости с 101 лишь до 109 км. В зоне полутени напряженность поля сигнала значительно ниже, чем в зоне прямой видимости, так как в зону полутени проникает лишь небольшая часть энергии сигнала, излученного передающей антенной. Это вынуждает использование в зоне полутени для уверенного приема высокоэффективных антенн, которые отличаются от сравнительно простых бóльшими размерами и значительно более сложной конструкцией.

Как уже было отмечено, с уменьшением длины волны явления дифракции ослабевают. При этом увеличивается затухание сигнала в атмосфере за счет поглощения энергии различными посторонними частицами (пыль, снег, дождь, туман) и молекулами воздуха. Поэтому протяженность зоны полутени зависит от длины волны, т. е. от номера частотного канала. При достаточно большой мощности телевизионного передатчика, когда ведется прием передач программного телецентра, зона полутени ограничена расстоянием 200...220 км от передатчика, работающего на 1–2-м каналах, 160...180 км от передатчика, работающего на 3–5-м каналах, 120...150 км от передатчика, работающего на 6–12-м каналах. Зоны полутени для диапазона дециметровых волн практически не существует. Кроме того, наблюдается повышенное затухание сигнала в атмосфере для этого диапазона. Вот почему можно считать, что зона уверенного приема дециметрового телевизионного передатчика ограничивается расстоянием прямой видимости, уменьшенным примерно в 1,2 раза.

Следует заметить, что указанные границы зоны полутени и границы зоны прямой видимости не являются резкими, а в значительной степени размыты. Кроме того, они очень приближенны, так как совершенно не учитывают фактического рельефа местности. При наличии на трассе высоких холмов и горных преград максимальные расстояния уверенного приема могут оказаться значительно меньшими, а уверенный прием даже при небольших расстояниях от передатчика может оказаться совершенно невозможным. За границей зоны полутени напряженность поля практически

равна нулю, и устойчивый прием неосуществим даже при наличии высокоэффективных антенн.

1.4. ПРИЕМ СИГНАЛОВ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Когда прием телевизионных программ происходит в крупном населенном пункте, оснащенном телецентром или ретранслятором, вопрос о выборе источника сигнала обычно не стоит. В условиях же сельской местности, дачного поселка, садового участка или на ферме всегда приходится решать вопрос о том, сигналы какого телецентра или ретранслятора целесообразнее всего принимать. Такой выбор необходим в тех случаях, когда телевизор расположен вдали от телецентров и ретрансляторов и несколько из них передают одну и ту же программу на разных каналах. Требуется выбрать тот, который обеспечит наиболее устойчивый прием. При этом нужно учитывать расстояние до передатчика по прямой, рельеф местности между передатчиком и пунктом приема, мощность передатчика и номер канала, на котором он работает.

Если мощность передатчика не известна, можно ориентироваться на установленную для данного передатчика протяженность зоны уверенного приема. При необходимости мощности передатчиков или зоны их уверенного приема, а также номера частотных каналов, по которым ведутся передачи ближайшими передатчиками, и программы, которые они транслируют, можно узнать в областном комитете по телевидению и радиовещанию.

Не всегда следует останавливаться на ближайшем передатчике: иногда его мощность значительно меньше, чем более удаленного. В других случаях уровень сигнала удаленного передатчика в точке приема может оказаться выше из-за того, что он имеет более высокую антенну, расположен выше над уровнем моря или между ближайшим передатчиком и пунктом приема имеются естественные преграды в виде возвышенностей, гор или холмов. Конечно, оценка по анализу этих факторов может быть очень приближенной. Поэтому лучше ознакомиться с работой телевизоров, установленных поблизости. Если у них качество изображения плохое, но используются простые антенны, есть основания полагать, что установка более эффективной антенны позволит улучшить прием.

От выбора типа антенны и тщательности ее выполнения зависит уровень сигнала на входе телевизора, определяющий контрастность изображения и его качество, возможность получения цветного изображения. Для приема одной программы необходима узкополосная антенна, рассчитанная на прием определенного канала, на котором работает передатчик. Такие антенны обладают наибольшей эффективностью по сравнению с широкополосными антеннами, предназначенными для приема нескольких программ по разным каналам. Если выбранный телецентр или ретранслятор передает несколько программ, в зоне прямой видимости можно установить широкополосную антенну. Однако в зоне полутени придется установить в этом случае раздельные антенны для каждой программы. При необходимости принимать несколько программ с разных направлений, безусловно, тре-

буются раздельные антенны, каждая из которых должна быть узкополосной и рассчитана на прием того частотного канала, на котором работает соответствующий передатчик. Это связано с тем, что переориентировать антенну каждый раз при переходе с приема одной программы на другую крайне неудобно. Трудность использования раздельных антенн для каждой программы состоит в необходимости вести от каждой антенны отдельный фидер, что затрудняет переход с одной антенны на другую, связанный с необходимостью переключения штекеров к антенному гнезду телевизора. Однако эта трудность легко преодолевается, если использовать разделительный фильтр, который позволяет подключить к одному общему фидеру две раздельные антенны. Если же число установленных антенн больше двух, дополнительная коммутация может быть осуществлена контактами электромагнитного реле, управление которым производится дистанционно. Описания и схемы таких устройств для подключения нескольких раздельных антенн к общему фидеру рассмотрены в разделе 8.2.

На прием телевизионного сигнала очень большое влияние оказывает правильное очень тщательное ориентирование приемной антенны. Она должна быть направлена на передатчик таким образом, чтобы изображение на экране телевизора имело наибольшую четкость по горизонтали, отсутствовали повторные изображения слева и справа от основного, на границах между черным и белым не было серых хвостов, которые называются "тянучками", или окантовок, которые называются "пластикой". Поэтому ориентирование антенны лучше всего выполнять при приеме телевизором телевизионной испытательной таблицы, которая объективно отражает качество изображения. Это необходимо из-за того, что таблица представляет собой неподвижное изображение, на котором лучше видны дефекты картинки, и содержит специальные элементы для количественной оценки четкости изображения по горизонтали и по вертикали, наличия или отсутствия тянучки или пластики. При приеме же сюжетных изображений, а тем более движущихся, сделать это невозможно. К тому же заранее не известно, какого качества изображение передается в данный момент.

1.5. ПРИЕМ СИГНАЛОВ РАДИОВЕЩАНИЯ

Структура радиовещательного сигнала значительно отличается от структуры сигнала телевидения главным образом шириной частотного спектра. В состав полного телевизионного сигнала помимо собственно сигнала изображения входят гасящие импульсы строк и полей, синхронизирующие импульсы строчной и кадровой разверток, врезки и уравнивающие импульсы. Сигнал изображения также не является гладким, непрерывным: для передачи мелких элементов изображения, соответствующих четкости в 500 элементов вдоль строки, сигнал должен содержать импульсы длительностью 0,2 мкс. Для этого требуется передавать широкий спектр частот, превышающий 6,5 МГц. Именно по этой причине телевидение передается в диапазоне УКВ: ведь суммарная ширина частотного диапазона длинных и средних волн составляет всего 1,5 МГц, а диапазона коротких волн с 25 до 75 м – 8 МГц. Весь диапазон коротких волн пришлось бы отдать лишь одной

телевизионной программе, прекратив работу коротковолновых радиостанций всего мира, которых насчитываются многие сотни.

В связи с тем, что цель радиовещания состоит в передаче звуковой информации, ширина частотного спектра радиовещательной станции сравнительно невелика. Так как высшая частота звука, воспринимаемого органами слуха человека, не превышает 16 кГц, для передачи звуковых сигналов при амплитудной модуляции достаточно передавать спектр шириной 32 кГц. В действительности же радиовещательные станции с амплитудной модуляцией передают более узкий спектр частот, не превышающий 14 кГц. Это связано с тем, что и при таком узком спектре достигается вполне удовлетворительное качество звука, но вдвое увеличивается количество радиостанций, которые можно разместить в выделенных для радиовещания диапазонах частот длинных волн (ДВ), средних волн (СВ) и коротких волн (КВ).

Значительно большие возможности для высококачественного радиовещания представляются при использовании диапазона УКВ, где практически можно разместить неограниченное количество радиостанций благодаря большой ширине этого диапазона и ограниченному радиусу действия каждой из них. В диапазоне УКВ каждой радиостанции допустимо выделить достаточно широкую полосу частот, что позволяет использовать вместо амплитудной частотную модуляцию сигнала (ЧМ), которая устраняет влияние атмосферных и индустриальных помех, имеющих амплитудный характер.

Международными соглашениями для радиовещания выделены диапазоны частот в пределах от 150 до 405 кГц (ДВ), от 525 до 1605 кГц (СВ), а также участки в диапазоне КВ, носящие название поддиапазонов:

3950...4000 кГц – 75 м,
5950...6200 кГц – 49 м,
7160...7300 кГц – 41 м,
9500...9775 кГц – 31 м,
11700...11975 кГц – 25 м,
15100...15450 кГц – 19 м,
17700...17900 кГц – 16 м,
21450...21750 кГц – 13 м,
25600... 26100 кГц – 11 м.

В диапазоне УКВ в странах бывшего СССР и большинстве стран Восточной Европы радиовещание ведется в участке частот от 65,8 до 73,0 МГц, а в других странах мира в пределах от 88 до 108 МГц (этот участок у нас занят телевидением 4-го и 5-го каналов).

Радиовещание в диапазоне ДВ характеризуется тем, что при достаточной мощности радиостанции прием сигнала оказывается возможным на очень больших расстояниях порядка 2000 км. Это объясняется с одной стороны наличием так называемой "земной волны", когда радиоволны огибают земную поверхность, и с другой – значительной рефракцией от нижних ионизированных слоев атмосферы. При большой протяженности территории России это свойство диапазона ДВ особенно важно. К недостаткам этого диапазона относятся его относительная узость, которая препятствует

увеличению количества радиостанций, и высокий уровень индустриальных помех.

Радиовещательные станции диапазона СВ обеспечивают прием на расстояниях порядка 1000 км, но особенности этого диапазона состоят в различном уровне рефракции в течение светлого и темного времени суток. Днем рефракция ослабевает и дальность приема уменьшается, в ночное же время напряженность поля даже при большом удалении от передатчика значительно возрастает. Радиовещание в диапазоне СВ чрезвычайно популярно во всем мире, по своей ширине он позволяет разместить в 4 раза больше радиостанций, чем диапазон ДВ. В нем работают как радиостанции мощностью в десятки ватт, так и в сотни киловатт. Приверженность радиослушателей к диапазону СВ привела даже к тому, что промышленность многих стран выпускает радиовещательные приемники, рассчитанные на прием либо только одного средневолнового диапазона, либо двух: СВ и УКВ (конечно, помимо более дорогих всеволновых приемников).

В диапазоне КВ земная волна сильно поглощается поверхностью Земли. Поэтому прием за счет земной волны ограничивается небольшим расстоянием порядка 100 км. Но волны этого диапазона интенсивно отражаются ионосферой. За счет многократных отражений от ионосферы и от Земли радиоволны диапазона КВ способны многократно огибать земной шар, причем в процессе отражений волны этого диапазона испытывают небольшое поглощение. Это позволяет использовать короткие волны для связи на сколь угодно больших расстояниях. Интересна история радиовещания в диапазоне КВ. На заре развития радиосвязи профессиональные радиостанции работали только на длинных и средних волнах, а диапазон КВ считался для радиосвязи непригодным. Мощность передатчиков в то время была невелика, да и чувствительность приемников – плохая. Поэтому дальность распространения земной волны составляла несколько десятков километров. О возможности использования отражений от ионосферы тогда специалисты не подозревали. Этому способствовало наличие зоны молчания, которой называют образующуюся вокруг работающего коротковолнового передатчика кольцевую область, где прием сигнала отсутствует. Внутренний радиус зоны молчания определяется затуханием земной волны, а внешний зависит от условий полного внутреннего отражения радиолуча в слое ионосферы. Ведь отражаются только радиоволны, излученные под углами к поверхности Земли, меньшими некоторого критического угла. Чем меньше этот угол, тем больше внешний радиус зоны молчания. По указанной причине диапазон КВ был отдан радиолюбителям, которые в 1922 году открыли свойство коротких волн распространяться на большие расстояния благодаря преломлению в слоях атмосферы и отражению от них. Только после этого в диапазон КВ ринулась лавина связных и радиовещательных станций, заполнив его почти целиком. Радиолюбителям же отвели лишь несколько узеньких участков, в пределах которых они могут вести между собой радиосвязь, используя несложные приемники и передатчики ничтожной мощности для связи с любой точкой земного шара.

Наличие зоны молчания является одним из недостатков диапазона КВ. Если внутренний радиус зоны молчания зависит только от мощности передатчика, рельефа местности и состояния почвы – поэтому для каждой радиостанции он почти стабилен – то внешний радиус сильно зависит от солнечной активности, времени года и времени суток, а также и от частоты сигнала. С наступлением темноты внешний радиус возрастает. Вместе с тем, при этом из-за уменьшения количества отражений напряженность поля в точке приема, если она находится вне зоны молчания, увеличивается. Внешний радиус зоны молчания также увеличивается при увеличении частоты сигнала. Другим недостатком коротковолнового диапазона являются глубокие замирания сигнала, которые связаны с нестабильностями электронной концентрации в ионизированных слоях атмосферы. В условиях профессионального приема на магистральных линиях связи с замираниями борются методом сдвоенного приема, который состоит в том, что используются две разнесенные в пространстве антенны, каждая из которых работает на отдельный приемник, а после детектирования их сигналы складываются. Для радиослушателя использование двух антенн, разнесенных на необходимое расстояние, недоступно. Поэтому единственный способ борьбы с замираниями состоит в применении радиоприемника, имеющего большой запас усиления и эффективную систему автоматической регулировки усиления (АРУ).

1.6. РЕТРАНСЛЯЦИЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ ЧЕРЕЗ ИСЗ

Рассмотрим кратко некоторые вопросы, связанные со спутниковым телевизионным вещанием - передачей телевизионных программ от передающих наземных станций к телевизионным приемникам через активный космический ретранслятор, размещенный на искусственном спутнике Земли (ИСЗ).

Основной принцип создания спутникового вещания состоит в использовании промежуточного активного ретранслятора, установленного на ИСЗ, который движется на высокой орбите длительное время без затрат энергии на это движение. Первые опыты по дальней ретрансляции телевизионных передач с помощью активных ретрансляторов, расположенных на больших высотах над поверхностью Земли, были осуществлены в СССР в 1957 году. Еще в начале 1937 года П.В.Шмаковым было технически обосновано предложение установки таких ретрансляторов на самолетах, однако в то время это предложение не было актуальным. В 1957 году после выполнения большой научно-экспериментальной работы была осуществлена такая ретрансляция телевизионных передач с VI Всемирного фестиваля молодежи и студентов из Москвы в Смоленск, Киев и Минск. Для ретрансляции использовались самолеты типа ЛИ-2 с высотой полета около 4000 м. В дальнейшем, в связи с большими успехами в освоении космического пространства, появилась возможность установки активных ретрансляторов на ИСЗ. Для спутниковой ретрансляции телевизионных передач в основном используют два вида спутников: спутники, обращающиеся на вытянутых эллиптических орбитах, и спутники, размещенные на геостационарной орбите.

Использование ИСЗ для телевизионного вещания в СССР началось с запуска первого спутника связи "Молния" 23 апреля 1965 года. Впоследствии было запущено еще несколько ИСЗ типа "Молния". Эти спутники обращаются на вытянутых эллиптических орбитах с высотой перигея (минимальная высота над поверхностью Земли) 500 км и апогея (максимальная высота) 40 тыс. км. Плоскость орбиты этих спутников наклонена относительно плоскости земного экватора на 63,4°. Период обращения спутников "Молния" составляет 12 часов. Таким образом, в течение суток спутник делает два оборота вокруг Земли. Согласно второму закону Кеплера на большой высоте, в области апогея, спутник движется медленно. а размещен он на орбите так, что в это время пролетает над северным полушарием Земли. На малой высоте, в области перигея, когда ИСЗ находится над южным полушарием, его скорость значительно больше. Обслуживание всей территории СССР одним ИСЗ этого типа было возможно в течение 8 часов в сутки. Поэтому использование трех ИСЗ позволяло обеспечить круглосуточную ретрансляцию. Бортовой передатчик ретранслятора, установленного на ИСЗ "Молния", работает на частоте 3875 МГц с выходной мощностью 40 Вт при частотной модуляции сигналами изображения несущей частоты. Питание аппаратуры осуществляется от солнечных батарей. Ретрансляция телевидения с использованием ИСЗ "Молния" производится по системе "Орбита". Кроме телевидения эта система обеспечивает ретрансляцию звукового радиовещания и изображения газетных полос.

Земные приемные станции этой системы - сложные и дорогостоящие сооружения, состоящие из здания с параболической антенной диаметром 12 метров. В связи с непрерывным движением спутника относительно земной станции, антенна станции должна постоянно поворачиваться, обеспечивая ориентирование на спутник. Для этого антенна установлена на полноповоротном опорном устройстве и снабжена устройством ручного и программного наведения с комплексом автоматического наведения по максимуму принятого сигнала. Приемные устройства земных станций для улучшения чувствительности содержат малошумящие охлаждаемые параметрические усилители, блоки преобразования частотной модуляции в амплитудную, блоки регенерации синхросигнала, системы подавления помех и искажений. Наконец, все блоки устройства обеспечены двойным резервированием с системами автоматического контроля и переключения на резерв. Выходные сигналы телевизионной программы с земной станции "Орбита" подаются к местному телевизионному передатчику, который осуществляет трансляцию принятой программы для ее приема бытовыми телевизионными приемниками обычного типа с помощью обычных индивидуальных или коллективных антенн.

Использование сложных и дорогостоящих земных станций "Орбита" было целесообразно лишь для доставки телевизионных программ в крупные населенные пункты. Для ретрансляции телевидения в населенные пункты с численностью населения в несколько тысяч человек необходимы более простые и дешевые земные станции. Это требует повышенной мощности передатчика спутникового ретранслятора, что позволит упростить приемное устройство земной станции, а также использовать ИСЗ, расположенный на геостационарной орбите, что исключит необходимость непрерывного наведения приемной антенны на спутник.

Еще в 1945 году английский инженер Артур Кларк, известный впоследствии как писатель-фантаст, предложил использовать для спутников связи геостационарную орбиту с периодом обращения 24 часа, которая имеет форму окружности, лежащей в плоскости земного экватора с высотой над поверхностью Земли 35875 км. Если направление обращения спутника совпадает с направлением суточного вращения Земли, для земного наблюдателя такой спутник кажется стоящим неподвижно в определенной точке небесной полусферы. Тогда отпадает необходимость в сложной системе постоянного наведения антенны земной станции на спутник и системы автоматического сопровождения. Благодаря неизменному расстоянию до спутника стабилизируется уровень входного сигнала и устраняется изменение его частоты за счет эффекта Доплера. Связь может осуществляться круглосуточно и без перерывов, необходимых для перехода с одного ИСЗ на другой. Наконец, облегчается энергоснабжение аппаратуры, так как спутник почти постоянно освещается Солнцем. К недостаткам геостационарной орбиты относятся плохое обслуживание приполярных областей Земли и необходимость расположения космодрома на экваторе, иначе для выведения спутника на такую орбиту требуется значительное увеличение мощности ракеты-носителя. Тем не менее эти недостатки окупаются простотой и дешевизной большого числа земных станций. Но самое главное - это возможность осуществления непосредственного приема телевизионных передач телезрителями с геостационарного спутника без промежуточного наземного ретранслятора.

Ни одна из космических держав не располагает для размещения космодрома экваториальными территориями на Земле. Поэтому в 1995 году по давно высказанной С.П.Королевым идее был разработан международный проект с участием России "Se Launch" ("Морской старт") для строительства пусковой ракетной установки, размещенной на морской платформе в Тихом океане на экваторе. Запуск ракеты с экваториального космодрома позволяет в полной мере использовать для ее разгона центробежную силу вращения Земли и не требует дополнительного топлива для ее перевода с наклонной орбиты на экваториальную. Строительство этой установки завершается и первый запуск с нее спутника состоится в октябре 1998 года.

К 1985 году Международным комитетом регистрации частот было зарегистрировано 128 систем связи через геостационарные спутники, а к настоящему времени на геостационарной орбите расположено уже несколько сот ИСЗ. В СССР впервые на геостационарную орбиту (26 октября 1976 года) был запущен ИСЗ "Экран" с координатой 99 восточной долготы (вд), и передатчиками, работающими на частотах 714 и 754 МГц дециметрового диапазона мощностью 200 Вт. Это позволило создать систему спутниковой телевизионной ретрансляции "Экран-М", в которой с помощью сравнительно простых наземных установок принятый сигнал подавался к местным телецентрам и ими транслировался на метровых диапазонах телезрителям. Имелась также возможность непосредственного коллективного или индивидуального приема сигнала с ИСЗ путем использования серийно выпускавшихся промышленностью специальных приемных устройств - станций спутникового телевидения "Экран-КР-1" и "Экран-КР-10" с выходной мощностью соответственно 1 и 10 Вт для коллективного приема и абонентского приемника "Экран" для индивидуального приема, который мог подключаться к обычному бытовому телевизору черно-белого или цветного изображения.

Затем в системе спутниковой связи "Москва" были использованы пять ИСЗ "Горизонт", размещенных на геостационарной орбите с координатами 14 западной долготы (зд), 53, 80, 90 и 140 вд, которые обеспечили ретрансляцию программ Центрального телевидения в различные регионы страны и государства Европы, Азии, Африки и Америки с временным сдвигом от двух до восьми часов. Частота передатчиков этих ретрансляторов - 3675 МГц, а выходная мощность 40 Вт.

1.7. НЕПОСРЕДСТВЕННЫЙ ПРИЕМ СО СПУТНИКА

Для непосредственного приема населением телевизионных программ, транслируемым через ИСЗ, необходимо, чтобы излучаемый спутниковым ретранслятором сигнал полностью соответствовал параметрам сигнала, на который рассчитаны бытовые телевизионные приемники, т. е. диапазонам волн, способу модуляции сигналов изображения и звука, структуре гасящих и синхронизирующих импульсов и другим параметрам. Однако в метровом и дециметровом диапазонах, на которые рассчитаны бытовые телевизоры, осуществить многопрограммные передачи со спутников оказывается невозможно, так как для этого спутник должен быть оснащен антеннами слишком больших размеров, а мощность источников питания бортового ретранслятора должна значительно превышать достижимую. Поэтому понятие непосредственного приема телевидения (НТВ) в настоящее время принято условно, а бытовой телевизор помимо установки специальной антенны должен быть оснащен дополнительным приемным и преобразующим устройством принятого сигнала.

Исходя из такого, принятого в настоящее время, понятия НТВ к нему можно отнести системы "Экран-М" и "Москва". Однако система "Экран-М" является однопрограммной и в дециметровом диапазоне уже нет свободных каналов, которые широко используются в мире для наземного телевизионного вещания. Увеличение числа транслируемых программ системой "Москва" также невозможно, так как весь частотный диапазон 3,6...4,2 ГГц, в котором работают спутники "Горизонт", занят спутниковыми системами телевидения и служебной связи других государств. По этим причинам для НТВ выбран диапазон частот 10,7...12,75 ГГц со средней длиной волны 2,5 см. Ширина этого диапазона составляет 2050 МГц и в нем может свободно разместиться очень большое число телевизионных каналов. Преимущество этого диапазона также состоит в том, что благодаря достаточно малой длине волны приемные земные антенны при сравнительно малых габаритах обладают большим коэффициентом усиления. В табл. 1.3 показана зависимость коэффициента усиления параболической антенны, выраженного в децибелах (Кдб) и коэффициента усиления той же антенны (К) по напряжению от диаметра параболоида (D).

Таблица 1.3

Зависимость коэффициента усиления антенны от диаметра

D, м	0,6	0,75	1,0	1,5	2,0	2.5
$К_{дб}$	35,3	37,3	39,8	43,3	45,8	47,7
К	58,4	73,0	97,3	146,0	194,7	243,3

В настоящее время разными странами мира уже используется очень большое число геостационарных спутников с телевизионными ретрансляторами этого диапазона, которые предназначены для НТВ. Они сведены в табл. 1.4, которая составлена по материалам, опубликованным в журнале "Радио" Наиболее известны ИСЗ "Астра", расположенный под 19 вд и "Hot Bird" (Жар-Птица) - 13 вд, которые транслируют большое число телевизионных программ с разной тематикой и на самых разных европейских и азиатских языках. Сюда относятся спортивные, развлекательные, семейные и информационные передачи, передачи для женщин и детей, видеоклипы и художественные фильмы. На некоторых каналах звуковое сопровождение является стереофоническим. Сигнал излучается с линейной поляризацией - горизонтальной или вертикальной для развязки между соседними каналами.

В таблице указаны названия спутников по международному реестру и их позиции на орбите (з. д. - западная долгота, в. д. - восточная долгота), наименование каналов, частота несущей, поляризация излучения (Г - горизонтальная, В - вертикальная, Л - левая круговая, П - правая круговая), система передачи видеосигнала, частота поднесущей звука в МГц с указанием: М - моно, С - стерео; основной язык звукового сопровождения.

Таблица 1.4

Позиции спутников на геостационарной орбите и каналы вещания

Спутник, позиция	Канал	Частота, ГГц	Поляризация	Видео	Звук	Язык вещания
TELECOM 2B 5° з д	M6	12,522	В	SECAM	M5 8	Фр
	France 2	12,564	В	SECAM	M5,8	Фр
	La Cinquieme / ART	12 606	В	SECAM	M5,8	Фр
	TF1	12,690	В	SECAM	M5,8	Фр
INTELSAT 707 1° з д	Israel TV6	10,970	В	PAL	M6,6	Иврит
	Israel TV3	11 013	В	PAL	M 6,6	Иврит
	TV Norge	11,016	Г	PAL	M6,6	Норв
	Israel TV1	11,136	В	PAL	M6,6	Иврит
	Israel TV2	11,174	В	PAL	M6,6	Иврит
	NRK 1	11,176	Г	D2-MAC	Цифр	Норв
	Super Sport Nordic	11,543	В	D2-MAC	Цифр	
	DR1/DR2	11,592	Г	MPEG-2	Цифр	
	DR2	11,667	В	D2-MAC	Цифр	
TELE X 5° в д	TV-5 Feeman	12,475	Л	PAL	M6,5 C 7 02/7,20	Шв
SIRIUS 5,2в д	Viasat Promo	11,785	П	PAL	C 7,02/7,20	
	TV4SW	11,938	П	PAL	M6,5 C 7,02/7,20	Шв
EUTELSAT II-F4 7в д.	Antenna 1	11,135	В	MPEG-1,5		Рум
	RIK 1	11,146	Г	PAL	M 6,6	Греч
	RTS Sat/Pink TV	11,181	Г	PAL	M 6,6	Серб
EUTELSAT II-F2 10в д.	VTV	10,972	В	PAL	M6,6 C 7,02/7 20	Словац
	a-tv	10,987	Г	PAL	M6,6	Тур
	Satel 2	11,018	Г	PAL	M 6,6	Тур
	Europe by Satellite	10,080	Г	PAL	M 6,6	Англ
	TGRT	11,095	В	PAL	M 6,65	Тур
	Herbalife TV	11,103	Г	PAL	M6 6	
	Iran-e-Azad	11,163	Г	PAL	M6,6	Фарси
	Enro-Trans Med	11,163	Г	PAL	M6,5	Англ
	CRA/Tele Ipica	11,163	Г	PAL	M6,5	Ит
	AFNTV	11,178	В	B-MAC	Цифр	Англ
	Bosnia i Herzegovine TV	11,575	В	PAL	M 7,02	
	WorldNet/ C-SPAN	11,575	В	PAL	M6,6	Англ
	ET1	11,595	Г	PAL	M 6,6	Греч
	Interstar	11 617	В	PAL	M 6,6	Тур
	RTP International	11,658	В	PAL	M 6,6	Порт

Таблица 1.4

Спутник, позиция	Канал	Частота, ГГц	Поляризация	Видео	Звук	Язык вещания
EUTELSAT II 13в д	VIVA 2	10,972	Г	PAL	M 6,66 C 7,02/ 7,20	Нем
	NBC	10 987	В	PAL	M 6,65/ 7,02/ 7,20	Англ , дат , нем
	VIVA	11,006	Г	PAL	M 6,65 C 7,02/ 7,20	Нем
	TPC	11,055	Г	MPEG-2		
	Arte/Cinquieme	11 080	В	PAL	M 6,6	Фр
	RTL2	11,095	Г	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	Onyx	11,146	Г	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	TPT- International	11,181	Г	PAL	M 6,65	Тур
	TVE- International	11,224	Г	PAL	M6 6	Исп
	MBC	11,554	Г	PAL	C 7 02/ 7,20	Араб
	Euronews	11,575	В	PAL	M 6,65/ 7,02/ 7,20/ 7,38/ 7,56	Нем , англ , исп , фр , ит
	BBC Prime	11,602	В	MPEG-2		
	RTL	11,610	Г	MPEG-2		Нем
	BBC World	11,617	В	PAL	M 6,6 C 7 02/ 7 20	
	TM3	11,638	Г	PAL	M 6,6	Нем
	AB Sat DSTV	12,521	Г	MPEG-2		
	APT 2	12,549	Г	MPEG-2		
	WTH	12,558	Г	MPEG-2		
	World Net	12,567	Г	MPEG-2		
	USIA Europe	12,567	Г	MPEG-2		Англ
	Pro TV	12,576	Г	MPEG-1,5		Рум
HOT BIRD 13в.д	EBN	11,265	Г	PAL	M6 6, 7,02	Англ
	MCM	11,307	Г	PAL	M6,6 C 7,02/ 7,20	Фр
	TV5 Europe	11,321	В	PAL	M6,6	Фр
	RAIUno	11,363	В	PAL	M6,6 C 7,02/7,20	Итал
	Eurosport	11,390	Г	PAL	M 6,65/ 7,20/ 7,92/ 7,56/ 7,38	Нем , англ , голл , ит , рус
	Quantum Channel	11,390	Г	PAL	M 6,65/ 7,20/ 7,02/ 7,56/ 7 38	Нем Англ Голл
	Polsat	11,430	Г	PAL	M 6,6	Польск
	RAI Due	11,446	В	PAL	M6,6 C 7,02/ 7,20	Ит
	TV Polonia	11,474	В	PAL	M6 65 C 7,02/ 7,20	Польск
	Polonia	11,489	Г	PAL	M6,6	Польск
	DUBAI	11,513	Г	PAL	M6,6	Араб , англ
	RAI Tre	11,534	В	PAL	M 6,65 C 7,02/7,20	Ит
Eutelsat II-F3 16в Д	RTM 1	10,972	В	PAL	M6,6	Араб , фр
	HRT	10,987	Г	PAL	M6 65	Хорв
	Polonia 1	11,080	Г	PAL	M6,6	Польск
	JSC	11,080	Г	PAL	M6,6	Араб
	ART Europe	11,094	В	PAL	M6,6	Араб
	Nail-TV International	11,146	В	PAL	M6,65	Араб , фр
	Thaiwave	11,163	Г	PAL	M6,6	Тайск
	Egyptain Satellite channel	11,176	В	PAL	M6,6	Араб
	Euro 7	11,556	Г	PAL	M6,65 C 7,02/ 7,20	Англ
	TV Shqiptar	11,575	В	PAL	M 6,5 8,1	
	Telepace	11,575	В	PAL	M6 6	Ит
	QTTV	11,575	В	PAL	M6 6	Англ
	Rumain TV	11,575	В	PAL	M 6,5	Рум
	Ag Vision	11,575	В	PAL	M6,5	Англ
	Sat 7 Libanon	11,575	В	PAL	M6,5	Араб
	HTB	11,575	В	PAL	M 6,5	Рус
	Duna TV	11,596	Г	PAL	M 6,5	Венг
	TV Tunisien	11,658	В	PAL	M 6,6	Араб , фр
	Algerian	11,678	Г	PAL	M 6,6	Араб

Таблица 1.4

Спутник, позиция	Канал	Частота, ГГц	Поляризация	Видео	Звук	Язык вещания
ASTRA 19,2в д	RTL2	11,214	Г	PAL	M6,5 C 7 02/7,20	Нем
ASTRA 1A	RTL	11,229	В	PAL	M6,5 C 7,02/7,20	Нем
	Eurosport/ Quantum Channel	11,259	В	PAL	6,5 7,02/ 7 20/ 7,38/ 7,56	Англ, нем, датск, исп
	VOX	11,273	Г	PAL	M6,5 C 7,02/ 7,20	Нем
	Sell-A-Vision	11,273	Г	PAL	M 6,5/ 7,02/ 7,20/ 7,28/ 7,56	Англ, нем, голл, фр
	SAT1	11,288	В	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	Kabel 1	11,332	Г	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	3SAT	11,347	В	PAL	M6,5 C 7 02/ 7,20	Нем
	Sky News	11,377	В	PAL	M6,5 C 7,02/ 7,20	Англ
	Super RTL	11,391	Г	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	Pro 7	11,406	В	PAL	M6,5 C 7,02/ 7,20	Нем
ASTRA 1B	ARD	11,494	Г	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	DSF	11,523	Г	PAL	M6,5 C 7,02/ 7,20	Нем
	What's in Store	11,553	Г	PAL	M6,5 C 7,02/ 7,20	Англ
	Nord3	11,582	Г	PAL	M6,5 C 7,02/ 7,20	Нем
	Nickelodeon Scandinavia	11,612	Г	D2-MAC	Цифр	Шв, англ
	CNN International	11,627	В	PAL	M6,5/ 7,75 C 7,02/ 7,20	Англ, исп
	N-TV	11,641		PAL	C 7 02/ 7,20	Нем
ASTRA 1C	ZDF	10,964	Г	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	NCN Direct	10,993	Г	PAL	M6,5	Англ
	Cartoon Network/TNT	11,023	Г	PAL	M6,5 7,02/ 7,20/ 7,38/ 7,56	Англ, фр, норв, шв
	WDR	11,052	Г	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	NSN Direct	11,082	Г	PAL	M6,5	Англ
	NSN Direct	11,097	В	PAL	M6,5 C 7,02 7,20/	Англ
	MDR3	11,112	Г	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	Galavision	11,127	В	PAL	C 7,02/ 7,20	Исп
	Baem Fernsehen	11,141	Г	PAL	C 7,02/ 7,2	Нем
	Sudwest 3	11,186	В	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	Nickelodeon Germany	10,714	Г	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
ASTRA 1D	Arte	10,714	Г	PAL	M7 38 C 7,02/ 7,20	Нем, фр
	CNBC	10,729	В	PAL	M 7,38, 7,56C 7,02/ 7,20	Англ
	QVC Germany	10,759	В	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	JSTV	10,773	Г	PAL	M6,5, 7 38C 7,02/ 7,20	Яп англ
	CNE	10,773	Г	PAL	C 7,02/ 7,2	Англ, кит
	Home Order TV	10,906	В	PAL	C 7,02/ 7,20	Нем
	TM3	10,936	В	PAL	M6,5 C 7,02/ 7,20	Нем
ASTRA 1E	Ted Terner	11,837	Г	MPEG-2		
	Pro 7	12,051	Г	MPEG-2		Нем
ASTRA 1F	Premiere	12,110	Г	MPEG-2		
	Nethold Multi-Choice	12,266	В	MPEG-2		
	Nethold	12,344	Г	MPEG-2		
	Nethold	12,441	В	MPEG-2		
ГАЛС 36в д	НТВ-плюс Спорт	11,765	Л	SECAM	M6,8	Рус
	НТВ-плюс Музыка	11,834	Л	SECAM	M 6,8	Рус
	НТВ-плюс Мир кино	11,919	Л	SECAM	M6,8	Рус
	НТВ-плюс Наше кино	12,169	Л	SECAM	M6,8	Рус
TURKSAT 1C 42в д	ATV	10,967	В	PAL	M6,65	Тур
	Kanal D	11,025	Г	PAL	M6 6	Тур
	Show TV	11,048	В	PAL	M 6 65	Тур
	Kanal 6	11,075	Г	PAL	M6 65	Тур
	HBB	11,104	В	PAL	M6 65 C 7,02/ 7,20	Тур
	Samanyoulu TV	11,125	Г	PAL	M 6,65 C 7,02/ 7 20	Тур

Таблица 1.4

Спутник, позиция	Канал	Частота, ГГц	Поляризация	Видео	Звук	Язык вещания
TURKSAT 1C 42в д.	Kanal 7	11,142	В	PAL	M6,65 C 7,02/ 7,20	Тур
	TRT 1	11,177	Г	PAL	M6,6	Тур
	Kanal D	11,185	В	PAL	M6,65	Тур
	TRT3	11,465	Г	PAL	M6,6	Тур
	TRT 4	11,497	Г	PAL	M6,6	Тур
	TRT Avrasya	11 553	Г	SECAM	M6,8	Тур
	TRT 2/TV Gap	11,585	Г	PAL	M6,6	Тур
ГОРИЗОНТ-38 53в д.	TV6 Санкт- Петербург	11,525	П	PAL	M6,6	Рус
INTELSAT-703 57в д	Алма-Ата 1	11,550	В	SECAM	M7,0	Казах
	Orbit Satellite & Radio Network	11,600	В	MPEG-1		
INTELSAT-604 60в д	РТР Телесеть	11,135	В	MPEG-2		Рус
	НВС	11 515	В	PAL	M6,65	Рус
INTELSAT-602 63в д.	IRIB TV4	10,962	В	SECAM	M6,8	Фарси
	IRIBTV2	11,002	В	SECAM	M6,8	Фарси, тур араб
	Rete 4	11,010	Г	PAL	M6,6	Ит
	Cinquestele	11,055	Г	PAL	M6,6	Ит
	IRIB TV3	11,100	В	SECAM	M6,8	Фарси, ТУР араб
	Italia 1	11,137	Г	PAL	M6,6	Ит
	IRIB TV1	11,155	В	SECAM	M6,8	Фарси, ТУР, араб
	Canale 5	11,173	Г	PAL	M6,6	Ит
PANAMSAT 4 68,5в д	Astrasat Info	12,516	В	PAL	6,66/6,84	
	Astrasat Info	12,542	В	PAL	6,66/ 6,84	
	NHK	12,604	В	NTSC	M6 8	Яп
ГОРИЗОНТ-40 90в д	ТВ Красноярск	11,525	П	SECAM	M7,0	Рус
ДИАПАЗОН С						
INTELSAT 601 27,5° з д	MCM Afrique	3,648	П	PAL	M6,6	Фр
	WorldNet	3,740	П	PAL	M6,6	Нем, англ, исп
	Venzolana TV	3,800	Л	NTSC	M6,8	Исп
	TPA Angola	3,800	Л	PAL	M6 65	Порт
	CFI/Tele-Achat/ MCM	3,910	П	SECAM	M 5,8	Фр
	TV Algeria	4,002	П	PAL	M7,5	Фр
	CNN International	4,052	П	PAL	M6 65	Англ
	NTA Nigeria	4,065	Л	PAL	M6,6	
ЭКСПРЕСС 2 14з д.	TV Malagasy	3,825	П	SECAM	M5,8/ 7,0	
	RFO	3,825	П	SECAM	M5 8	Фр
	RTP International	4,025	П	PAL	M6,6	Порт
	ТВ 3 Россия	4,075	П	SECAM	M 6,6	Рус
	ОРТ	4,125	П	SECAM	M7,0	Рус
ГОРИЗОНТ-37 11° з д.	ОРТ	3,675	П	SECAM	M 7,0	рус
	ВРТ	3,725	П	SECAM	M7,0	рус
INTELSAT 707 1° з д.	TV5 Algeria	3,850	П	PAL	M6,6	фр
	Deutsche Welle	3,911	П	MPEG-2		Нем англ, исп
	TV Libya	4,022	Л	PAL	M6,2	Араб
	ESC	4,137	Л	MPEG-2		Араб
	AFRTS P-TV	4,175	П	B-MAC	Цифр	Англ
	Yemen TV	4,182	Л	PAL	M6,6	Араб
ARABSAT 1C 31 в д.	Dubai TV	3,958	Л	PAL	M6,6	Араб
	RTM 1 Morocco	4,008	П	SECAM	M6 65	Араб
	Oman TV	4,063	Л	PAL	M6 6	Араб
	MBC	4,106	Л	PAL	M6,6	Араб
	JTV Jordan	4,144	Л	PAL	M6,6	Араб
	KTS Kuvait	4,181	Л	PAL	M6,6	Араб

Таблица 1.4

Спутник, позиция	Канал	Частота, ГГц	Поляризация	Видео	Звук	Язык вещания
ГОРИЗОНТ-43 40в д	РТР	3,675	П	SECAM	M7,0	Рус
	МАРТ	3,675	П	PAL	M7,0	Рус
	НВС	3 925	П	SECAM	M7,0	Рус
ГОРИЗОНТ-38 53 в д	ОРТ	3,675	П	SECAM	M7 0	рус
INTELSAT 703 57в д	HSTV Channel 3	3,735	Л	PAL	M6,8	Тайск
	Sun Musik	3,750	П	PAL	M6,8	Тамил
	Geminy TV	3,750	П	PAL	С 6,3/ 6,6	
	Money TV	3,75	П	PAL	С 6 3/ 6,6	Хинди, англ
	MCOT Channel 9	3,770	Л	PAL	M6,8	Тайск
	Sun Movies	3,808	П	PAL	M6 6	Тамил
	ETV Ethiopia	3,917	Л	PAL	M6 6	
	BBC World	3,924	Л	B-MAC	Цифр	Англ
	Sun TV	3,930	П	PAL	M 6,6	Тамил
	Asia Net	3,980	П	PAL	M6,6	Малаз
	Sudan TV	4,010	П	PAL	M6,6	Араб
	Worldnet/ C-SPAN	4,051	П	PAL	M6,6	Англ
	NepsTV	4,065	Л	PAL	M6,6	Хинди, англ
	TV India	4,135	Л	PAL	M 6,6	Хинди
PANAMSAT 4 68,5 в д	Asia Busines News	3 784	Г	PAL	M 6,8	Англ
	The Discovery Channel	3,790	В	PAL	M6,8	Англ , хинди
	Home TV	3,835	В	PAL	M6,8	Кит
	ESPN Asia	3,850	Г	B-MAC		Англ
	BBS World	3,863	В	PAL	M6,8	Англ
	Sony Ent TV	3,904	Г	PAL	M7 2	Инд
	ESPN	3,928	В	B-MAC	Цифр	
	Doordarshan	4 035	В	PAL	С 6,3/ 6,8	Хинди
	Metro 2/Moveclub	4,035	В	PAL	M 6,8	Инд англ
	CNN International	4,086	Г	PAL	M6,8	
	Cartoon Network / TNT	4,112	Г	PAL	M 6,8	Англ
	Asia Network	4,179	В	PAL	С 7,56/ 7,74	
	MTVAsia	4,183	Г	PAL	С 7 56/ 7,74	Англ
ГОРИЗОНТ-35 80в д	МАРТ	3,675	П	PAL	M 7,0	Рус
	РТР	3,675	П	SECAM	M7,0	Рус
	ТВ 6 Москва	3,875	П	PAL	M7,5	рус
	VTV	3,875	П	PAL	M7,5	Вьетн
	ACT 2x2	3,875	П	PAL	M7,5	Рус
РАДУГА-30 84° в д	ACT 2x2	3,875	П	PAL	M6,5	Рус
ГОРИЗОНТ-40 90в д	РТР/МАРТ	3,675	П	SECAM	M 7,0	Рус
	ОРТ	3,875	П	SECAM	M 7,5	Рус
	РТР	3,915	П	SECAM	M7,5	Рус
	ОРТ	3,935	П	SECAM	M 7,5	Рус
ГОРИЗОНТ-31 96,5в д	ОРТ	3,675	П	SECAM	M7,0	Рус
	CCTV4	3,825	П	PAL	M6,6	Кит
	ТВ Азербайджан	3,875	П	SECAM	M 7,5	Азерб
ASIASAT 2 100,5в д	TV Shopping Network	3,660	В	PAL	M7,2	Англ
	Mongolian TV	3 680	Г	SECAM	M6,6	Монг
	HNTV	3,720	Г	PAL	M6 6	Кит
	GDTV Guandong	3 840	Г	PAL	M6 6	Кит
	CCTV4	3,960	Г	PAL	M6,6	Кит
	RTP International	3,980	В	PAL	M6,6	Порт
	Deutsche Welle	4,000	Г	MPEG-2		
	Sky Channel	4,020	В	B-MAC		Англ
ГОРИЗОНТ-36 103в д.	РТР	3,675	П	SECAM	M7 0	Рус
	МАРТ	3,675	П	PAL	M7 0	Рус

В январе 1994 года Россией был выведен на геостационарную орбиту ИСЗ "Галс-1", а в ноябре 1995 года - "Галс-2" с координатой 36 вд, с помощью которых вещательная компания "НТВ-Плюс" осуществляет ретрансляцию четырех тематических телевизионных программ: "Мир кино", "Наше кино", "Спорт" и "Музыка". Передачи этих программ идут на русском языке с несущими частотами 11,765, 11,834, 11,919 и 12,169 ГГц. Программы содержат отечественные и зарубежные кинофильмы, прямые репортажи спортивных соревнований со всего мира, музыкальные передачи, а также кинофильмы специального "Ночного канала". В первое время передачи каналов "НТВ-Плюс" можно было принимать бесплатно, но с 1997 года их стали кодировать, что требует для приема вносить соответствующую абонементную плату. В 1999 году компания намечает запустить новый спутник "Галс-16Р", который будет транслировать 16 программ. На следующем этапе компания намечает внедрить передачу телевизионного сигнала в цифровой форме и увеличить число каналов до 24.

Типовая установка для непосредственного приема телевидения в диапазоне 11...12 ГГц содержит параболическую антенну диаметром от 0,6 до 1,8 м, облучатель, антенную головку и внутренний блок (тюнер). Облучатель обычно совмещен с поляризатором, позволяющим выбрать необходимую поляризацию сигнала, и антенной головкой (модуль СВЧ), которую обычно называют конвертером. Для переключения поляризатора с горизонтальной поляризации на вертикальную на него подается постоянное напряжение: либо 13, либо 18 В. Конвертер состоит из малошумящего широкополосного усилителя (МШУ), полосового фильтра для защиты от помех по зеркальному каналу и гетеродина со смесителем для преобразования частотного спектра сигнала в более низкую промежуточную частоту, а также предварительного усилителя промежуточной частоты (ПУПЧ). Для перекрытия всего высокочастотного диапазона он разбит на два поддиапазона 10,7...11,8 и 11,7...12,75 ГГц, а гетеродин содержит электронный переключатель поддиапазонов, управление которым производится подачей на конвертер специального сигнала частотой 22 кГц. С модуля СВЧ сигнал в диапазоне 950...1750 МГц по коаксиальному кабелю подается к тюнеру, расположенному в помещении около телевизора. Наличие антенной головки и передача по кабелю промежуточной частоты позволяют избежать больших потерь, неизбежных при прохождении по кабелю сигнала частотой 12 ГГц. Напряжение питания (13 или 18 В) поступает с тюнера к антенной головке по тому же кабелю. Кроме того по этому же кабелю с тюнера подается сигнал частотой 22 кГц для переключения поддиапазонов. Параметры некоторых полнодиапазонных (Full Band) конвертеров приведены в табл. 1.5.

В усилителе первой промежуточной частоты тюнера осуществляется основное усиление сигнала и затем его преобразование на вторую промежуточную частоту, для чего используется второй гетеродин. Затем следует демодуляция частотно-модулированного сигнала и формирование стандартного телевизионного сигнала, на который рассчитаны бытовые телевизоры. Выбор необходимого частотного канала производится соответствующей настройкой второго гетеродина подачей определенного напряжения на варикап. Тюнер содержит систему эффективной автоматической регулировки усиления для нормальной работы установки в различных условиях приема. Выходной сигнал тюнера по одному из метровых или дециметровых каналов подается на антенный вход телевизионного приемника. Может быть также

Таблица 1.5

Параметры конвертеров Full Babd

Тип LNB	Grundig AUN 15, AONQ 15	Cambridge AE-14	Sharp BSCU 86 LOO	Philips SC819TB/FL	MTI gp 2353-NP WP2353-W
Страна изготовитель	Великобритания	Великобритания	Япония	Германия	Тайвань
LOF-1, ГГц	9,75	9,75	9,75	9,75	9,75
LOF-2, ГГц	10,6/10,75	10,6/10,75	10,6	10,6	10,75
fвх (LOF-1), ГГц	10,7 11,8	10,7 11,8	10,7 11,8	10,6 11,8	10,7 11,8
fвх (LOF-2), ГГц	11,7 12,75	11,7 12,75	11,7 12,75	11,7 12,75	11,7 12,75
fвых (LOF-1), ГГц	0,95 2,05	0,95 2,05	0,95 2,05	0,95 2,05	0,95 2,05
fвых (LOF-2), ГГц	1,1 2,15	1,1 2,15	1,1 2,15	1,1 2,15	0,95 2,00
	0,95 2,00	0,95 2,00			
Уровень шумов min/max, дБ	1,1/1,5	1,1/1,5	1,1/1,5	1,1/1,3	1,1/1,5
Uгор, В	16,0 20,0	16,0 20,0	16,4 18,0	16,0 20,0	15,5 24,0
Uверт, В	11,0 14,0	11,0 14,0	11,8 13,4	9,0 14,0	13,0 14,5
I потр, мА	130 190	130 190	<200	250 300	<250

предусмотрено наличие видео- и аудиовыхода для непосредственной подачи полного телевизионного сигнала на видеовход телевизора или видеомагнитофона, а сигнала звукового сопровождения - на вход звука

На мировом рынке многочисленные фирмы предлагают широкий ассортимент тюнеров для спутникового телевидения Все они построены по супергетеродинной схеме Имеются узкополосные тюнеры, собранные по упрощенной схеме и рассчитанные на прием только одного или двух каналов с одного спутника Более сложные многоканальные тюнеры собраны по схеме двойного преобразования частоты В таких тюнерах гетеродин первого преобразователя может перестраиваться в широких пределах с помощью синтезатора напряжений настройки и оснащен кнопочной настройкой Число возможных каналов настройки у некоторых тюнеров достигает 500, а номер канала набирается поразрядно несколькими кнопками Основное усиление происходит в усилителе второй промежуточной частоты, за которым следуют, как и у узкополосных тюнеров демодулятор частотно-модулированного сигнала, тракты изображения и звука и формирователь стандартного телевизионного сигнала В табл 1 6 приводятся основные параметры некоторых наиболее распространенных тюнеров, которые выпускаются разными фирмами fвх - диапазон частот входного сигнала, fгет - диапазон частот первого гетеродина, наличие переключателя поддиапазонов гетеродина LOF-1 и LOF-2 и другие параметры Тюнеры снабжаются инфракрасными пультами дистанционного переключения каналов и управления другими функциями тюнера с дальностью действия до 10 м

В заключение этого раздела необходимо вкратце ознакомить читателя с новейшими системами построения телевизионного сигнала, которые позволяют значительно повысить качество изображения и помехоустойчивость, а также уплотнить частотный спектр сигнала Используемые ныне системы

черно-белого и цветного телевидения являются аналоговыми, когда в течение каждой строки напряжение видеосигнала изменяется непрерывно в соответствии с яркостью и цветностью изображения Но из-за того, что сигнал передается построчно, его частотный спектр не является гладким, а содержит лишь гармоники частоты строк При этом для уплотнения спектра частотные составляющие сигнала яркости располагаются между составляющими сигнала цветности В приемнике полностью разделить яркостные и цветностные сигналы не удается и возникают искажения Кроме того, частотный спектр остается разреженным и не используется полностью Если аналоговый сигнал каждой строки заменить цифровым, частотный спектр окажется значительно более уплотненным, и это позволит поочередно передавать сигналы яркости и цветности, а в приемнике не потребуется их разделять На этом принципе было разработано несколько систем уплотнения

Система D2-MAC сочетает аналоговую и цифровую форму сигналов Сигналы синхронизации и звуковое сопровождение передаются в цифровой форме во время, обычно отведенное строчному синхроимпульсу (10 мкс в начале каждой строки), в течение следующих 17 мкс передается аналоговый сигнал цветности, а в оставшиеся 37 мкс - сигнал яркости В результате значительно улучшается качество изображения, улучшается его четкость, а вместо одного канала звукового сопровождения телевизионной передачи появляется возможность передавать четыре монофонических или два стереофонических канала

Еще более совершенной является система, которая использует сжатый спектр сигналов изображения в цифровой форме в сочетании с удалением избыточности информации При передаче движущихся изображений каждый последующий кадр изменяется не полностью, а только та его часть, которая относится к движению Тогда нет нужды в течение каждого кадра передавать изображение всей картинки, а достаточно передать только ее изменения При этом повторяющаяся информация из кадра изымается Оказалось, что также нет необходимости передавать строчные и кадровые гасящие импульсы они входят в состав полного телевизионного сигнала лишь по традиции Дело в том, что на заре телевидения в самом телевизионном приемнике эти импульсы не вырабатывались, а использовались гасящие импульсы, передаваемые телецентром Тогда же выяснилось, что амплитуда гасящих импульсов, принятых в составе полного телевизионного сигнала, часто оказывается недостаточной для полного гашения луча кинескопа на время обратного хода строчной и кадровой разверток Особенно это было заметно при низком уровне сигнала Достаточно вспомнить работу телевизоров КВН-49 и <Ленинград Т-2> Поэтому в последующих моделях телевизоров гасящие импульсы пришлось генерировать в самом телевизоре, и для этого достаточно наличие в полном телевизионном сигнале лишь синхроимпульсов Эти идеи используются в системах MPEG Насколько цифровое сжатие спектра позволяет уплотнить сигнал, можно судить хотя бы по тому, что в продаже уже появились аудио компакт-диски, записанные по системе MPEG3, на которых удается разместить сотни музыкальных произведений с общим временем звучания диска более 20 часов

Наконец, долгое время разрабатывалось и во многих странах мира уже внедрено широкоформатное телевидение высокой четкости (ТВЧ) и выпускаются телевизоры с форматом экрана 16 9 вместо прежнего 4 3 Нельзя

Таблица 1.6

Тюнеры спутникового телевидения

Модель	Число каналов	fвх, МГц	fгет, ГГц	Ключ 22 кГц	Плавная настройка	Каналы выхода
Amstrad SRX501	199	700...2050	9,3...12,0	есть	есть	30...40
Amstrad SRX2001	300	700...2050	9,3...12,0	есть	есть	21...69
Echostar LT-730 Plus	200	920...2050	10...11,475	есть	есть	30...39
Echostar SR-800	200	920...2050	9,75...10,0	есть	есть	28...47
Emme Esse ESR-400	150	950...2050	нет данных	есть	есть	30...45
Fagor FC12C00	99	950...1750	нет данных	есть	нет	30...39
Grundig STR-310	200	950...2050	нет данных	есть	есть	32...42
Lasat LS-3800	250	950...2050	нет данных	есть	нет данных	30...39
Manchatten MNL-T7900+	250	950...2050	нет данных	есть	есть	21...69
Manchatten XLT-9700	500	950...2050	нет данных	есть	есть	30...39
Nokia SAT 800C	179	920...2050	9,75...11,475	есть	нет данных	40...49
Pace MSS1034G	250	700...2050	9,05...13,0	есть	есть	21...69
Protec 9100T	250	900...2150	9,3...13,0	есть	нет	30...39
Strong SRT 116MKII	200	950...2050	нет данных	есть	есть	21...69
Strong SRT150	200	950...2050	нет данных	есть	нет	30...45
Strong SRT 120MKII	200	950...2050	нет данных	есть	есть	21...69
Strong SRT 230LT	250	900...2150	нет данных	есть	есть	21...69
Strong SRT 1500LTMK-II	400	900...2150	нет данных	есть	есть	30...45
Unnisat 1500/1500D-L	136	900...2050	нет данных	нет	нет	32...40

рассчитывать на то, что даже незначительная часть многомиллиардного населения Земли в ближайшее десятилетие согласится заменить свои телевизоры на новые, построенные по принципам перечисленных Ноу-Хау. Однако в связи с тем, что для непосредственного приема телевизионных передач с космических ретрансляторов все равно приходится к имеющемуся телевизионному приемнику приобретать приставку в виде тюнера, появляется реальная возможность начинать внедрение новейших систем именно при космической ретрансляции телевидения.

2. ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ И ФИДЕРЫ

2.1. ПАРАМЕТРЫ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АНТЕНН

Вопросы проектирования, изготовления и использования антенн для диапазонов длинных (ДВ), средних (СВ) и коротких (КВ) волн содержат значительно меньше проблем, чем антенн для диапазона УКВ, особенно телевизионных. Дело в том, что в диапазонах ДВ, СВ и КВ передатчики, как правило, обладают большой мощностью; распространение радиоволн этих диапазонов связано с большими значениями дифракции и рефракции; приемные устройства обладают высокой чувствительностью. Когда же речь заходит о телевизионной антенне, обеспечение необходимых значений этих параметров вызывает трудности. Достижение мощностей телевизионных передатчиков, таких как радиовещательных, оказалось пока невозможным. Явления дифракции и рефракции в диапазоне УКВ незначительны. Чувствительность телевизионного приемника ограничена уровнем его собственных шумов, который из-за необходимости широкой полосы пропускания примерно равен 5 мкВ. Поэтому для получения на экране телевизора высокого качества изображения уровень входного сигнала должен быть хотя бы в 20 раз больше уровня собственных шумов, т. е. не менее 100 мкВ. Однако из-за небольшой мощности передатчика и худших условий распространения радиоволн напряженность электромагнитного поля в точке приема оказывается невысокой. Отсюда возникает одно из главных требований, предъявляемых к телевизионной антенне: при данной напряженности поля в точке приема антенна должна обеспечить необходимое напряжение сигнала для нормальной работы телевизионного приемника.

Известно, что напряжение сигнала на выходе антенны пропорционально напряженности поля в точке приема, коэффициенту усиления антенны и длине волны сигнала. Коэффициент усиления характеризует направленные свойства антенны: чем больше коэффициент усиления, тем у́же диаграмма направленности антенны. Количественно коэффициент усиления антенны показывает, во сколько раз мощность сигнала, принятого данной антенной, больше мощности сигнала, принятого простейшей антенной – полуволновым вибратором, помещенным в ту же точку пространства. Обычно коэффициент усиления антенны выражается в децибелах (дБ):

$$K_{дБ} = 10\lg(P/P_0).$$

Вполне естественно желание иметь антенну с большим усилением, но необходимо иметь в виду, что увеличение усиления антенны даром не дается и требует усложнения ее конструкции и габаритов. Всякие попытки разыскать такую конструкцию телевизионной антенны, которая была бы компактной, малогабаритной и, вместе с тем, обладала большим коэффициентом усиления, бесполезны.

Другим важным параметром антенны является ее входное сопротивление, которым считается отношение мгновенных значений напряжения к току сигнала в точках питания антенны. Входное сопротивление антенны не может быть измерено простым омметром или другим подобным прибором, для его измерения необходима специальная высокочастотная измерительная аппаратура. Если напряжение и ток сигнала в точках питания совпадают по фазе, их отношение представляет собой действительную величину. При этом входное сопротивление антенны является число активным. Если же имеется сдвиг фаз между напряжением и током, их отношение будет комплексным. Тогда входное сопротивление помимо активной составляющей будет иметь реактивную – либо индуктивную, либо емкостную в зависимости от того, отстает ли по фазе ток от напряжения или опережает его.

Входное сопротивление антенны – величина не постоянная, а зависит от частоты сигнала подобно входному сопротивлению колебательного контура. Так же как и контур, антенна может быть настроена в резонанс на частоту сигнала, и в этом случае входное сопротивление антенны будет чисто активным. Сходство с колебательным контуром на этом не заканчивается. Настройка контура в резонанс на частоту сигнала определяется его индуктивностью и емкостью, т. е. конструкцией элементов. Аналогично и настройка антенны на частоту сигнала зависит от конструкции ее элементов, их размеров и взаимного расположения. Подобно колебательному контуру телевизионная антенна обладает определенной полосой пропускания (более узкой или более широкой) в зависимости от конструкции.

Как уже было отмечено, большой коэффициент усиления антенны соответствует узкой диаграмме направленности. Диаграмма направленности показывает, как антенна принимает сигналы с разных направлений в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Так, антенна в виде вертикального штыря имеет в горизонтальной плоскости диаграмму направленности в форме круга, в центре которого находится сама антенна. Такая диаграмма является ненаправленной, так как принимает сигналы со всех сторон одинаково. Направленная антенна характеризуется наличием одного или нескольких лепестков диаграммы направленности, наибольший из которых называется главным. Помимо главного лепестка диаграмма направленности обычно содержит задний и боковые, уровень которых значительно меньше уровня главного лепестка. Тем не менее и задний, и боковые лепестки диаграммы направленности ухудшают работу антенны, а потому нежелательны. Две антенны с одинаковым коэффициентом усиления могут иметь совершенно разные диаграммы направленности и поэтому такие антенны будут обладать разными приемными свойствами, в частности в условиях дальнего приема. В этих условиях сигнал приходит с линии горизонта, и диаграмма направленности антенны в вертикальной плоскости должна иметь главный лепесток, максимально прижатый к земле. Легко понять, что свойства такой антенны значительно отличаются от свойств другой антенны, у которой главный лепесток диаграммы направленности приподнят над линией горизонта на значительный угол. При одинаковых коэффициентах усиления одна антенна может иметь широкую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости и узкую в вертикальной, а другая – наоборот. Свойства этих антенн, конечно, будут различными.

Часто к телевизионной антенне предъявляется требование не принимать сигнал с заднего, противоположного основному, направления. Такое свойство антенны отражает коэффициент защитного действия (КЗД), который выражается отношением мощности сигнала, принятого антенной с главного направления, к мощности сигнала, принятого с заднего направления, при одинаковой напряженности поля обоих сигналов. Чем больше КЗД, тем антенна считается лучше, хотя эта характеристика антенны бывает важна только в определенных условиях приема.

Кроме перечисленных параметров телевизионных антенн могут иметь значение и такие, как уровень и положение максимумов боковых лепестков диаграммы направленности, положение нулей диаграммы, полоса пропускания антенны. Идеальной могла бы считаться антенна, вообще не имеющая боковых лепестков диаграммы направленности, но такими бывают лишь простейшие антенны. Что касается полосы пропускания, то бывают антенны узкополосные, рассчитанные на прием по одному каналу, и широкополосные – для приема сигнала по нескольким частотным каналам.

2.2. ТРЕБОВАНИЯ К АНТЕННЕ И ФИДЕРУ

Как уже отмечалось, напряжение сигнала на выходе антенны пропорционально напряженности поля в точке ее установки, длине волны сигнала и коэффициенту усиления антенны. Отсюда, чем меньше длина волны (чем больше номер принимаемого частотного канала), тем меньше напряжение сигнала на выходе антенны при прочих равных условиях. Если прием ведется на предельном расстоянии и данная конструкция антенны обеспечивает нормальный прием по первому каналу, то для уверенного приема телевизионных передач по двенадцатому каналу от передатчика той же мощности и расположенного на том же расстоянии понадобится антенна более сложной конструкции, имеющая бóльший коэффициент усиления. Еще бóльший коэффициент усиления потребуется для уверенного приема передач в тех же условиях в дециметровом диапазоне волн. Таким образом, требование к коэффициенту усиления антенны должно увязываться не только с удаленностью от передатчика, но и с длиной волны, т. е. с номером канала.

Для того чтобы максимум мощности сигнала, принятого антенной был направлен в фидер и поступил далее на вход телевизионного приемника, антенна должна быть согласована с фидером, а фидер с телевизором. Для такого согласования входное сопротивление антенны должно быть равно волновому сопротивлению кабеля, из которого выполнен фидер, а волновое сопротивление фидера должно быть равно входному сопротивлению антенного входа телевизора. При рассогласовании антенны и фидера часть энергии принятого антенной сигнала не поступит в фидер, а отразится от него и будет антенной излучена обратно в пространство. Это равносильно соответствующему уменьшению коэффициента усиления антенны. Положение, однако, значительно усугубляется, если фидер, кроме того, оказывается рассогласован с телевизором. При этом часть сигнала отразится от антенного входа телевизора и направится по фидеру в виде обратной волны к антенне. Из-за рассогласования фидера и антенны здесь вновь произойдет отражение, и часть сигнала, распространяясь в прямом

направлении, поступит к антенному входу телевизора с задержкой относительно первоначального. Такая задержка создает на экране телевизора повторное изображение, сдвинутое вправо относительно основного. Из-за многократных отражений повторы также оказываются многократными. Таким образом, рассогласование фидера только с одной стороны приводит к уменьшению уровня сигнала на антенном входе телевизора. Рассогласование же фидера с обеих сторон помимо уменьшения уровня сигнала сопровождается появлением повторов на экране. Благодаря тому, что все телевизионные приемники имеют входное сопротивление 75 Ом, при использовании в качестве фидера коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом обеспечивается полное согласование фидера с телевизором без применения каких-либо дополнительных согласующих устройств. При этом рассогласование фидера с антенной не может привести к появлению повторов. Однако, если в качестве фидера используется не стандартный коаксиальный кабель, а какой-нибудь суррогат или кабель с другим волновым сопротивлением, появляются повторы. Отсюда возникает основное требование к фидеру: он должен быть выполнен только из коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом.

В условиях сильного сигнала потеря части его энергии за счет отражения от фидера не опасна. Поэтому часто согласованию антенны с фидером не уделяют большого внимания. Однако при слабом сигнале в условиях дальнего приема пренебрегать потерей части сигнала не следует и вопросам согласования антенны с фидером необходимо уделить большое внимание, так как значительно проще и дешевле достичь согласования, чем увеличения коэффициента усиления антенны.

Повторы на экране возникают не только из-за отражений сигнала от концов фидера, но и в тех случаях, когда антенна помимо основного сигнала принимает сигнал, излученный тем же передатчиком, но поступивший к антенне после переотражения каким-нибудь местным предметом: башенным краном, водонапорной башней, железобетонным зданием и т. д. Если такой местный предмет находится в стороне от прямой, соединяющей передающую и приемную антенны, переотраженный сигнал проходит в пространстве бо́льший путь, чем основной, и поступает к антенне с задержкой относительно основного сигнала, что и приводит к повтору. Переотраженный сигнал поступает к антенне с другого направления относительно основного. Поэтому он может быть ослаблен за счет пространственной избирательности антенны, когда ее способности приема с разных направлений не одинаковы, что характеризуется диаграммой направленности.

Необходимость значительного ослабления переотраженных сигналов приводит к тому, что даже при близком расположении от передатчика часто приходится устанавливать остронаправленные антенны (обладающие бо́льшим коэффициентом усиления), хотя большой уровень напряженности поля не требует применения высокоэффективных антенн. В таких условиях при ориентировании антенны иногда оказывается возможно значительно ослабить повтор при очень незначительном ухудшении основного изображения, когда антенна ориентируется не на максимум сигнала, а на минимум отраженной помехи.

Телевизионная антенна обычно имеет симметричную конструкцию, а коаксиальный кабель, из которого выполнен фидер, асимметричен. Непос-

редственное подключение такого фидера к симметричной антенне недопустимо, так как нарушение симметрии приведет к искажению формы диаграммы направленности: максимум ее главного лепестка отклонится от геометрической оси антенны, форма диаграммы станет асимметричной, прием будет осуществляться не только антенной, но и оплеткой коаксиального кабеля, что еще более исказит диаграмму направленности. Можно, конечно, для подключения к симметричной антенне использовать фидер симметричной конструкции. Выпускаются двухпроводные симметричные высокочастотные кабели разных марок (например, ленточные кабели КАТВ с полихлорвиниловой изоляцией или КАТП с полиэтиленовой изоляцией при волновом сопротивлении 300 Ом), а также симметричные высокочастотные экранированные кабели марок РД с разными волновыми сопротивлениями. Однако использование симметричных фидеров признано нецелесообразным. Поэтому антенный вход телевизионных приемников выполняют в виде гнезда, рассчитанного на подключение коаксиального кабеля с помощью стандартного штекера асимметричной конструкции. Но соединение коаксиального кабеля с симметричной антенной требует использования специального симметрирующего устройства. Обычно кроме симметрирующего устройства приходится одновременно использовать согласующее устройство из-за того, что входное сопротивление антенны отличается от волнового сопротивления кабеля. Поэтому обычно симметрирующее и согласующее устройства объединяются в одно симметрирующе-согласующее устройство (ССУ). Конкретные схемы ССУ для антенн разных типов рассматриваются в разделах, посвященных этим антеннам.

Даже при идеальном согласовании фидера с обеих сторон напряжение сигнала на антенном входе телевизора оказывается меньше, чем на выходе

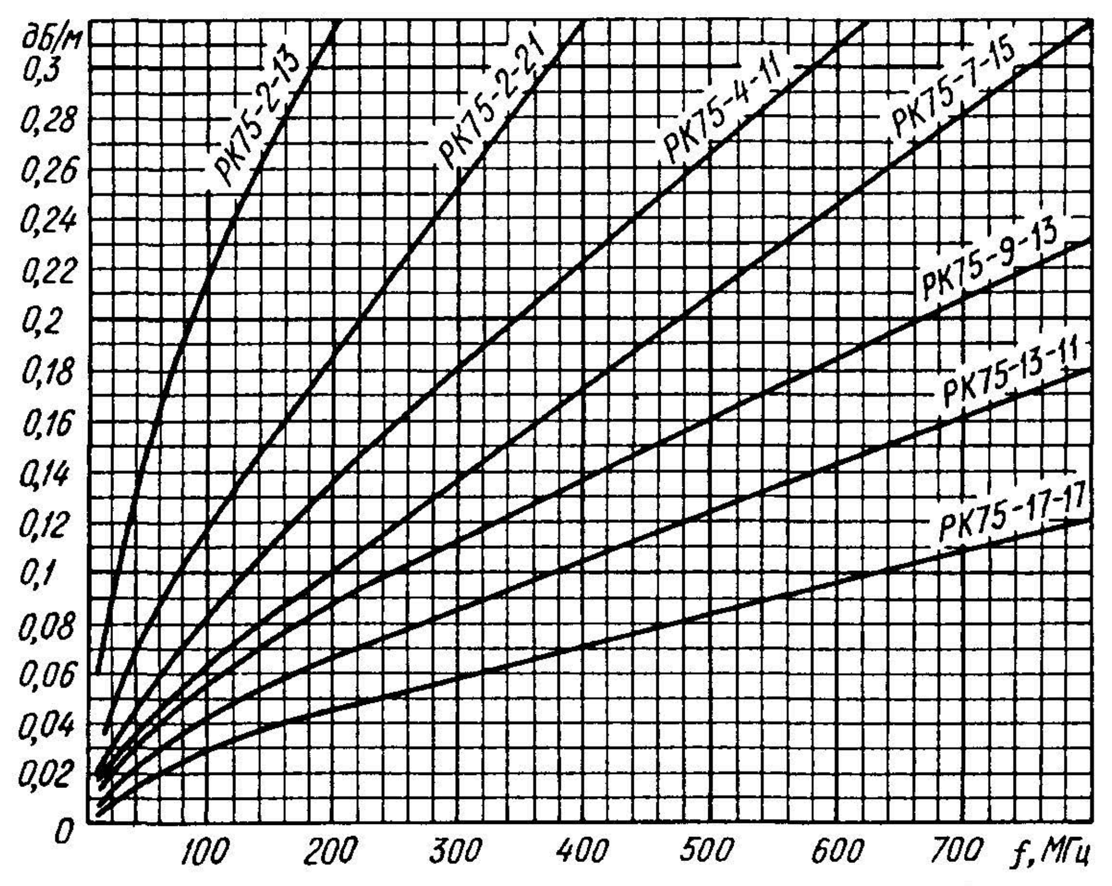


Рис. 2.1. Кривые удельного затухания коаксиальных кабелей

самой антенны. Это связано с тем, что при прохождении сигнала по кабелю уменьшается его уровень, происходит его затухание. Затухание тем больше, чем больше длина кабеля и чем больше частота сигнала. Для характеристики кабелей разных марок используется удельное затухание, которым принято называть такое, которое претерпевает сигнал данной частоты, проходя по кабелю длиной 1 м. Удельное затухание в децибелах на метр (дБ/м) и приводится в справочниках в виде графиков или в виде таблиц. На рис. 2.1 приведены зависимости удельного затухания коаксиальных кабелей разных марок от частоты. Пользуясь ими, можно подсчитать затухание сигнала в кабеле при определенной его длине на любом частотном канале метрового или дециметрового диапазона волн.

Обозначение коаксиального кабеля состоит из букв и трех чисел: буквы РК означают радиочастотный коаксиальный кабель, первое число показывает волновое сопротивление кабеля в омах, второе – округленно внутренний диаметр оплетки в миллиметрах, третье – номер разработки. Из зависимостей рис. 2.1 видно, что удельное затухание зависит от толщины кабеля: чем он толще, тем удельное затухание меньше.

В связи с тем, что обычно при покупке коаксиального кабеля не известна его марка, также оказываются не известны ни волновое сопротивление этого кабеля, ни зависимость его удельного затухания от частоты сигнала. Однако обе эти характеристики можно легко определить с помощью простых

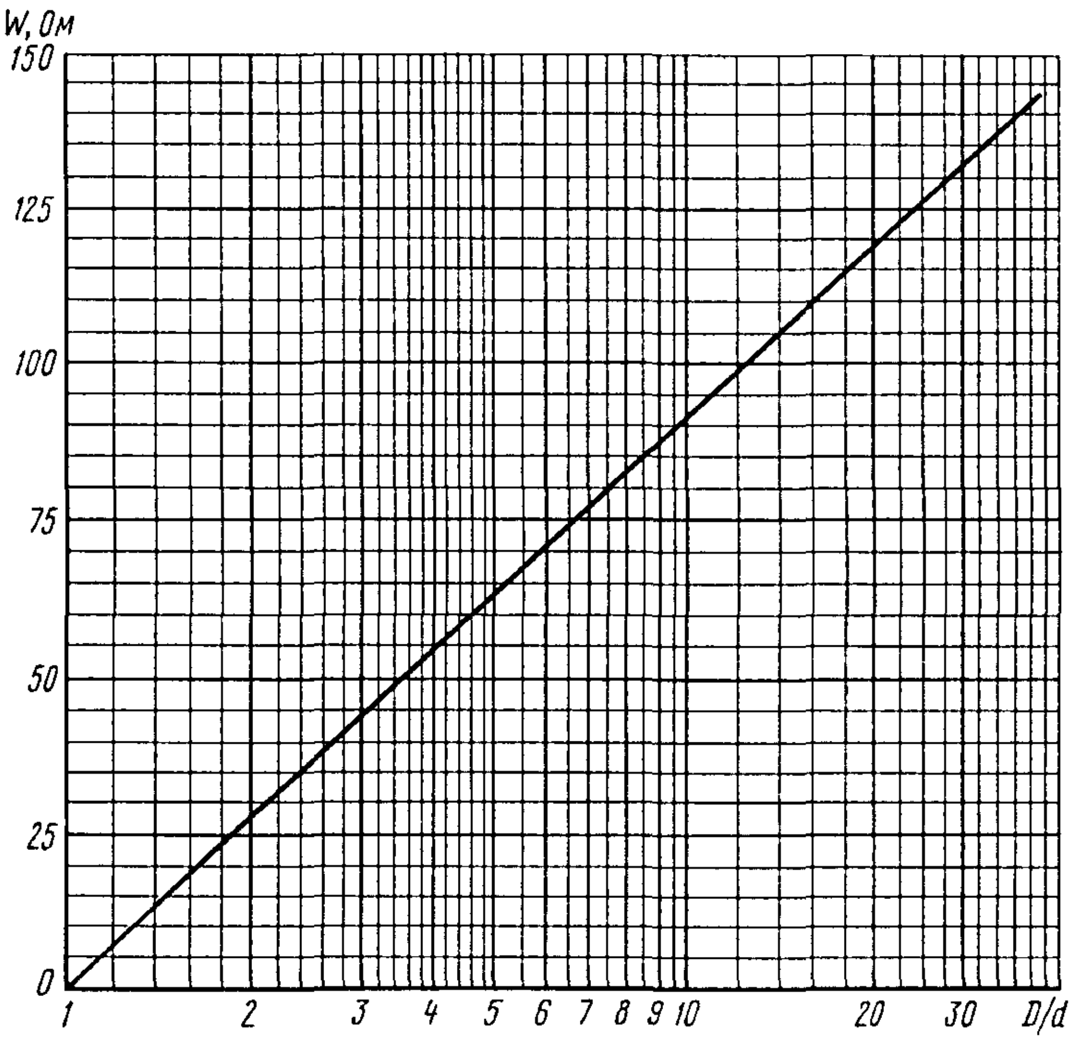


Рис. 2.2. К определению волнового сопротивления кабеля

измерений. Для этого нужно снять с конца кабеля наружную защитную оболочку, завернуть оплетку и штангенциркулем или микрометром измерить диаметр внутренней полиэтиленовой изоляции. Затем нужно снять полиэтиленовую изоляцию и измерить диаметр центральной жилы. Далее определяется отношение диаметра полиэтиленовой изоляции к диаметру центральной жилы. Точное значение волнового сопротивления коаксиального кабеля со сплошной полиэтиленовой изоляцией можно подсчитать по формуле:

$$W = 91\lg\frac{D}{d},$$

где W – волновое сопротивление кабеля в омах, D – диаметр внутренней полиэтиленовой изоляции в мм, d – диаметр центральной жилы кабеля в мм.

Волновое сопротивление коаксиального кабеля со сплошной полиэтиленовой изоляцией можно также определить по графику, приведенному на рис. 2.2.

Наконец, волновое сопротивление кабеля можно определить с достаточной степенью точности, вычислив после измерения отношение диаметра полиэтиленовой изоляции к диаметру центральной жилы. Если это отношение находится в пределах от 3,3 до 3,7, кабель имеет волновое сопротивление 50 Ом, если же – в пределах от 6,5 до 6,9, волновое сопротивление составляет 75 Ом. В связи с тем, что внутренний диаметр оплетки кабеля равен диаметру полиэтиленовой изоляции, определив тем или иным из указанных способов волновое сопротивление кабеля, по кривым рис. 2.1 можно определить удельное затухание данной марки кабеля для соответствующей частоты сигнала.

2.3. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АНТЕННЫ

Конструкция телевизионной антенны должна в точности соответствовать ее чертежу и описанию. Желательно не допускать никаких отклонений. Несмотря на то, что многие отклонения вполне допустимы и не влияют на работу антенны, определить, какие именно отклонения от чертежа или описания возможны, способен только опытный и грамотный специалист. Часто радиолюбитель по тем или иным причинам вносит свои изменения в конструкцию антенны, полагая, что такие изменения несущественны. В результате внесения недопустимых изменений нормальная работа антенны в значительной мере нарушается.

Металлические элементы антенны можно выполнять из трубок, прутка, полос, уголка или другого профиля любого металла. В соответствии с поверхностным эффектом токи высокой частоты протекают исключительно в пределах тонкого поверхностного слоя металла, и чем больше частота, тем тоньше этот слой. Поэтому те элементы антенны, которые не несут механической нагрузки, предпочитают выполнять из тонкостенных трубок для получения наименьшей массы антенны. Ведь тонкостенная трубка или сплошной пруток того же диаметра по своим свойствам совершенно одинаковы. По этой же причине в описаниях антенн всегда указывается

именно наружный диаметр трубок. Если для антенны используется металлическая полоса, ее ширина берется примерно в 1,5 раза больше рекомендованного диаметра, а уголок – того же размера, что и диаметр. Несущие элементы конструкции антенны для снижения ее массы также рекомендуется выполнять из трубы, толщина стенки которой выбирается из условий необходимой прочности конструкции.

Обычно телевизионные антенны выполняют из алюминия или его сплавов. Наибольшее применение получил дюраль марки Д16Т, обладающий прочностью и упругостью. Это объясняется тем, что антенна из таких трубок получается достаточно легкой и прочной. Однако электрические свойства алюминиевых антенн недостаточно высоки из-за того, что в местах соединений элементов антенны часто образуются плохие контакты, вызванные окисной пленкой, покрывающей поверхность алюминиевых сплавов. С течением времени это может нарушить нормальную работу антенны. Еще хуже, когда при сборке антенны используют элементы или стяжные болты, выполненные из разных металлов. При этом из-за контактной разности потенциалов образуется гальваническая пара, разрушающая металл в месте соединения. Из-за крайней трудности пайки алюминия элементы ССУ обычно подключаются к такой антенне "под винт", где также имеется опасность появления плохих контактов.

В принципе, телевизионная антенна может быть выполнена из любого металла: алюминия, меди, латуни, бронзы, стали или нержавеющей стали. По сравнению с алюминиевыми остальные антенны значительно тяжелее. Использование стали вообще нежелательно из-за неизбежной коррозии. Даже оцинкованные и окрашенные стальные трубки на открытом воздухе довольно быстро ржавеют, и если механическая прочность таких элементов антенны может сохраняться много лет, то электрические контакты в соединениях в результате коррозии быстро нарушаются.

По указанным причинам наилучший материал для элементов антенны – медь или латунь. Эти металлы легко подвергаются пайке, которая обеспечивает надежность и долговечность электрических контактов и, в конечном счете, хорошую работу антенны в течение длительного времени. Если все соединения антенны осуществлялись при помощи пайки, ее элементы могут быть выполнены из разных металлов. Если использовались стальные элементы и пропаивались с применением кислотного флюса, для его удаления места пайки нужно затем тщательно промыть горячей водой, иначе остатки флюса в течение непродолжительного времени приведут к сильной коррозии металла. Следует помнить, что пайка оловянными припоями механических нагрузок не выдерживает и служит лишь для получения хороших электрических контактов. Поэтому прочность соединений необходимо обеспечивать другими способами (болтами, заклепками и т. д.), а после сборки эти соединения нужно пропаять. Исключение составляет пайка твердыми припоями, которые обеспечивают механическую прочность.

Во избежание коррозии антенна после сборки и припайки ССУ тщательно очищается от грязи и окислов и прокрашивается в несколько слоев. Антенны из меди или латуни также необходимо окрасить в связи с

тем, что под воздействием кислорода воздуха и сернистых газов в атмосфере на поверхности этих металлов образуется слой сернистой меди, обладающий значительным сопротивлением, который будет ухудшать работу антенны. Используются такие краски, которые являются хорошим диэлектриком и противостоят климатическим воздействиям. Лучшей краской поэтому является синтетическая автоэмаль, хотя могут использоваться нитроэмали, глифталиевые или масляные краски. Допустимо также предварительное покрытие грунтовкой. Детали антенн из алюминия или его сплавов окрашивать нет необходимости, так как оксидный слой на поверхности этих металлов обладает очень большим сопротивлением и приближается по своим свойствам к диэлектрику. Оксидный слой защищает поверхность металла от дальнейшего окисления, а под тончайшей оксидной пленкой сохраняется металлическая поверхность с хорошей проводимостью для электрического тока.

В связи с тем, что высокочастотные токи протекают только по поверхности металла, она не должна представлять для токов сигнала, принятого антенной, большого сопротивления. Это накладывает определенные требования к состоянию поверхности элементов антенны, которая должна быть ровной и гладкой, а у антенн дециметрового диапазона даже полированной. Не допускается наличие на поверхности элементов антенны поперечных прорезей или глубоких царапин. Совершенно недопустимо специально создавать шероховатую поверхность элементов антенны. По этой же причине не следует окрашивать антенну плохопроводящими красками, например, бронзовой или алюминиевой.

Кроме элементов, принимающих непосредственное участие в работе антенны, она, как правило, содержит некоторые и конструктивные, предназначенные для механического соединения рабочих элементов. К таким относятся, например, стрелы, перекладины и мачта. Их обычно выполняют металлическими. Хотя обычно такие электрические соединения не являются обязательными, но если они имеются, необходимо обеспечить хороший контакт таких соединений, так как плохой контакт приводит к нестабильной работе антенны. Вполне допустимо выполнять конструктивные элементы антенны из изоляционных материалов, причем чаще всего используется дерево. В этом случае рейки должны быть выполнены из хорошо просушенного дерева, их необходимо проолифить и окрасить несколькими слоями масляной краски. В противном случае под воздействием атмосферной влаги, тумана или дождя деревянные элементы конструкции антенны потеряют свои изоляционные свойства и обратятся в плохой проводник с большим сопротивлением, что недопустимо. На высокой частоте необходимо использовать либо хорошие проводники, либо хорошие изоляторы, иначе неизбежны потери части энергии принятого сигнала, что ухудшит эффективность антенны. Конечно, если есть возможность, вместо дерева целесообразно использовать изоляционные материалы более высокого качества: текстолит, гетинакс, винипласт, фторопласт или оргстекло в виде стержней, планок или труб.

Места подключения кабеля к элементам антенны нужно герметизировать во избежание попадания влаги, которая может образовать короткозамы-

кающий мостик между точками питания антенны. Наилучшая герметизация достигается использованием пластифицированной эпоксидной смолы. Такая смола в виде эпоксидного клея марки ЭДП имеется в широкой продаже в магазинах хозяйственных товаров. Место, подлежащее герметизации, накладывается на кусок пластилина, в нем делается углубление соответствующей формы и заливается смолой. После ее затвердевания пластилин удаляется, а поверхность смолы обрабатывается напильником для придания ей ровной формы. Для хорошего сцепления смолы с металлом он должен быть предварительно обезжирен ацетоном.

На работу антенны сильно влияют также окружающие ее предметы. Если они обладают хорошей проводимостью, в них будут наводиться электромагнитным полем высокочастотные токи, которые исказят форму диаграммы направленности антенны, отклонят ее максимум от геометрической оси антенны. К таким предметам могут относиться металлическая мачта, металлическая поверхность кровли крыши, разные провода. Если же окружающие антенну предметы обладают плохой проводимостью, они будут вносить потери энергии сигнала, ухудшая эффективность антенны. Поэтому в непосредственной близости от антенны не должны находиться лишние предметы хотя бы на расстоянии, равном длине волны принимаемого канала.

3. КОМНАТНЫЕ АНТЕННЫ

3.1. ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМА КОМНАТНОЙ АНТЕННОЙ

Для электромагнитного поля, созданного телевизионным передатчиком, стены здания не являются непреодолимым препятствием, и поле существует внутри здания. Поэтому имеется возможность принять телевизионный сигнал, воспользовавшись комнатной антенной. Были даже попытки некоторых заводов, изготовителей стационарных телевизоров, встроить антенну внутрь футляра телевизора (телевизор "Авангард-55" и некоторые другие). Все портативные телевизионные приемники и в настоящее время оборудуются встроенной телескопической антенной, которая позволяет принимать сигнал без использования наружной антенны. Однако применение комнатной антенны для стационарного телевизора или встроенной телескопической антенны портативного телевизора, находящегося внутри здания, практически крайне редко позволяет получить хорошее качество изображения на экране. Это связано с целым рядом причин.

Напряженность электромагнитного поля внутри здания значительно меньше, чем на открытой местности, а тем более чем на крыше здания. Значительная часть энергии сигнала поглощается стенами здания – меньше деревянными, сильнее кирпичными, особенно сильное поглощение происходит в железобетонных стенах. Сильное влияние на уровень напряженности поля внутри комнаты оказывают размер окон и их расположение: когда окна выходят в сторону телецентра, напряженность поля в комнате заметно выше, как и на верхних этажах здания.

Комнатные антенны метрового диапазона из-за ограниченности их размера являются слабонаправленными и обладают малым коэффициентом усиления. Поэтому при пониженной напряженности поля в комнате напряжение сигнала на антенном входе телевизора порой оказывается на пороге или даже ниже чувствительности телевизионного приемника. Это приводит к слабой контрастности изображения, наличию на экране шумовой помехи типа "снег" и неустойчивой синхронизации. Антенны дециметрового диапазона имеют меньшие размеры и в комнатных условиях могут быть применены более сложные их конструкции с повышенным коэффициентом усиления. Однако поглощение стенами энергии этого диапазона значительно больше, а чувствительность телевизионного приемника в дециметровом диапазоне хуже. Поэтому и в дециметровом диапазоне напряжение сигнала на входе телевизора редко позволяет получить хорошее изображение.

Если на открытой местности электромагнитное поле имеет характер бегущих волн, то в помещении значительную долю составляют стоячие волны, когда в одних точках пространства возникают пучности напряженности поля (максимумы), а в других точках – узлы (минимумы). Стоячие волны образуются за счет многократных отражений электромагнитных волн от металлических предметов: арматуры железобетонных стен, батарей

центрального отопления, труб водопровода и отопления, проводов электросети, радиосети и телефона, предметов домашней обстановки (зеркал, металлических раковин и ванн, металлических элементов мебели). Отражения возникают и от неметаллических предметов из-за того, что они создают неравномерность среды.

Наличие стоячих волн в помещении не столь опасно, так как можно разместить комнатную антенну в пучности электромагнитного поля, экспериментально подобрав ее положение. Хуже то, что многократно отраженные сигналы поступают к антенне с запаздыванием относительно основного, прямого, сигнала, что приводит к появлению на экране телевизора многократных повторов изображения. Недостаточная контрастность изображения и наличие повторов сильно ухудшают качество картинки. Кроме того, сдвинутые во времени синхронизирующие импульсы, поступающие к телевизору в составе отраженных сигналов, часто приводят к сбоям строчной и кадровой синхронизации.

Перечисленные неприятности, связанные с использованием комнатных антенн, хорошо знакомы большинству владельцев телевизионных приемников, особенно тем, кто имеет стаж телезрителя с давних времен, когда еще не было коллективных антенн. Для получения сравнительно сносного изображения приходится долго и терпеливо подбирать положение антенны в комнате. При этом оптимальное положение антенны, подобранное для одной программы, оказывается совершенно неприемлемым для другой. Уже выбранное оптимальное положение антенны оказывается нестабильным, и через несколько дней приходится заново ориентировать антенну. Автору известен случай, когда к нему, бывшему главным инженером телевизионного ателье, обратился владелец телевизора с жалобой на радиомеханика, который не смог отремонтировать телевизор по поводу полностью пропавшего изображения. При проверке оказалось, что владелец пользовался комнатной антенной, а в соседней квартире произошла перестановка мебели. Сосед переставил зеркальный шкаф, и большое зеркало полностью перекрыло доступ к комнатной антенне сигнала, который раньше свободно проходил через стену, смежную с соседней квартирой. Подключением телевизора, который оказался вполне исправным, к коллективной антенне конфликт был исчерпан.

При использовании комнатной антенны на изображение порой оказывают влияние даже перемещения людей в комнате. Все это приводит к необходимости сделать вывод о том, что комнатные антенны, как правило, не дают возможности добиться нормальной работы телевизора и реализовать его способности хорошо принимать телевизионные передачи. Поэтому даже в условиях сильного сигнала, когда телевизионный передатчик находится достаточно близко от места приема, для нормальной работы телевизора приходится рекомендовать его подключение к коллективной антенне, а если ее нет, – установку на крыше наружной антенны.

Тем не менее в определенных условиях при малоэтажной застройке, в сельской местности и в радиусе 10...15 км от телевизионного передатчика возможность приема телевизионных передач на комнатную антенну не исключена и иногда удается получить достаточно уверенный прием с хорошим качеством изображения. Указать конкретные условия, при которых комнатная антенна может обеспечить хороший телевизионный

прием, невозможно. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо опытным путем определить, способна ли комнатная антенна обеспечить нормальный прием передач. При отрицательном результате следует устанавливать наружную антенну. Наружные антенны могут быть выполнены более сложной конструкции по сравнению с комнатными. Это позволяет получить значительно бо́льший коэффициент усиления антенны, что в сочетании с более высокой напряженностью поля, чем внутри здания, обеспечит уверенный прием передач телецентра или телевизионного ретранслятора, расположенного на значительном удалении от пункта приема. Но и вблизи от передатчика наружная антенна с большим коэффициентом усиления, а стало быть обладающая узкой диаграммой направленности, исключит повторы изображения за счет ослабления приема отраженных сигналов.

3.2. КОНСТРУКЦИИ КОМНАТНЫХ АНТЕНН

Наиболее простая комнатная антенна – полуволновый разрезной вибратор – показана на рис. 3.1. Полуволновым он называется потому,

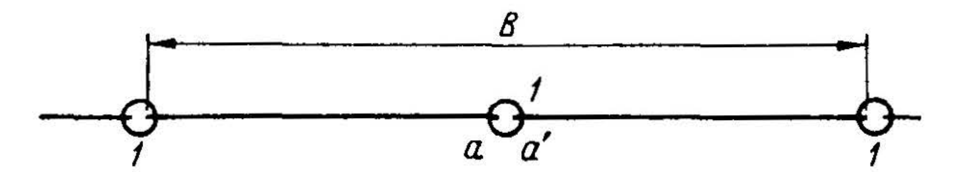


Рис. 3.1. Проволочный разрезной вибратор

что общая длина его двух плеч В примерно равна половине длины волны принимаемого телевизионного канала. Разрезным же он назван в связи с тем, что вибратор разрезан на два плеча пополам. Плечи вибратора выполняют из провода. Можно использовать голый или изолированный провод, одножильный или многожильный, а также антенный канатик. Плечи вибратора изолированы одно от другого в середине орешковым изолятором 1. Такие же изоляторы установлены на концах вибратора, при помощи которых антенна двумя проводами или кусками шпагата крепится к стенам комнаты. В отсутствие орешковых изоляторов можно использовать обычные фарфоровые ролики, как показано на рис. 3.2. Выводы а–а́ делают только у среднего изолятора, по краям их делать нет необходимости. Все четыре скрутки нужно тщательно пропаять, чтобы при натяжении антенны они не разошлись. Поэтому, если антенна выполнена из изолированного провода, его концы на соответствующую длину нужно освободить от изоляции.

Длина полуволнового вибратора точно равна половине длины волны только в том случае, если вибратор выполнен из провода бесконечно малого диаметра. При конечных значениях диаметра длина вибратора укорачивается тем сильнее, чем толще ви-

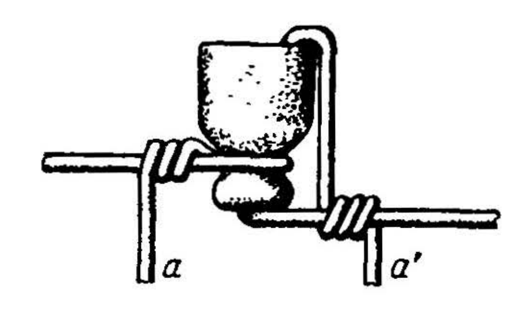


Рис. 3.2. Роликовый изолятор

братор. При этом имеет значение не сам диаметр провода, а его отношение к длине волны, на которую рассчитан вибратор. Тем не менее для комнатных антенн, выполненных из провода или антенного канатика, вибратор оказывается достаточно тонким и его длина незначительно отличается от половины длины волны: в диапазоне 1–5 каналов – в пределах 0,97...0,975 половины длины волны, а в диапазоне 6–12 каналов – 0,965...0,971 половины длины волны.

В табл. 3.1 приведены значения длины В полуволнового вибратора для любого из 12-метровых каналов при двух диаметрах провода, из которого выполнены плечи вибратора: 1,5 мм и 4 мм. Видно, что при более толстом вибраторе его длина немного меньше, чем при более тонком.

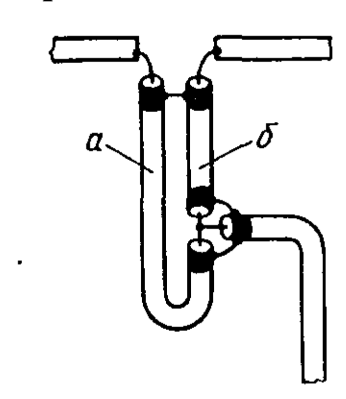


Рис. 3.3. Симметрирующее устройство в виде U-колена

Входное сопротивление разрезного полуволнового вибратора составляет 73 Ом и хорошо согласуется с коаксиальным кабелем, имеющим волновое сопротивление 75 Ом. Однако для подключения коаксиального кабеля к антенне симметричной конструкции необходимо симметрирующее устройство. Чаще всего в качестве симметрирующего устройства, которое не изменяет входного сопротивления антенны, используют устройство, называемое U-коленом (рис. 3.3). Названо оно так в связи с тем, что внешне напоминает латинскую букву U. U-колено образовано двумя отрезками 75-омного коаксиального кабеля. Длина короткого отрезка равна 1/4 длины волны в кабеле, а длина длинного – 3/4 длины волны в кабеле. К точке их соединения подключается фидер, также выполненный из 75-омного кабеля. К антенне U-колено подключается в точках а и а'. Размеры отрезков U-колена для каждого канала приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Размеры проволочного полуволнового вибратора

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В, мм $d = 1,5$ мм	2764	2341	1815	1650	1513	816	781	749	720	692	666	643
В, мм $d = 4$ мм	2756	2334	1809	1645	1509	814	779	747	717	689	663	640
а, мм	2798	2372	1840	1674	1535	829	794	761	731	703	677	654
б, мм	933	791	613	558	512	276	265	254	244	234	226	218

Использование U-колена при изготовлении комнатной антенны часто оказывается неудобным из-за его значительной длины, особенно на первых пяти каналах. Поэтому можно предложить более компактное симметрирующее устройство, показанное на рис. 3.4. Оно представляет собой кольцо из феррита марки 50ВЧ или 1000НН размерами $7\times4\times2$ мм, либо марки 100ВЧ размерами $8,4\times3,5\times2$ мм. Кольцо сначала обматывают узкой полоской полиэтилена, а затем на него наматывают две обмотки, каждая

из которых содержит восемь витков, намотанных двумя проводами ПЭЛШО диаметром 0,21 мм. Витки обмоток необходимо распределить равномерно по кольцу, а их концы закрепить нитками. Важно соблюдать такое же направление витков, как показано на рисунке. Подключают фидер к антенне с помощью этого симметрирующего устройства в точках а–а' в соответствии со схемой, показанной на рис. 3.5,а. Оплетка кабеля и заземленные концы обмоток соединяют в одной точке возможно более короткими проводниками. Симметрирующее устройство на

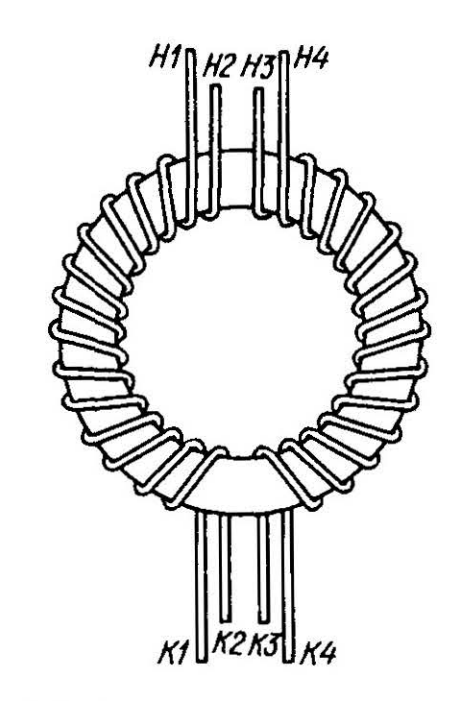
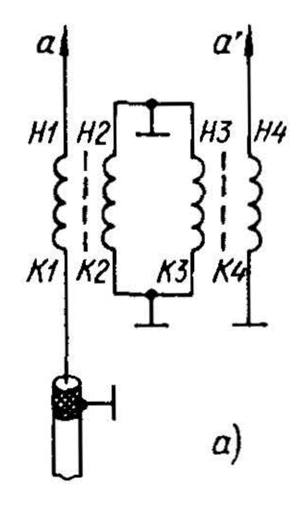


Рис. 3.4. Симметрирующее устройство на ферритовом кольце



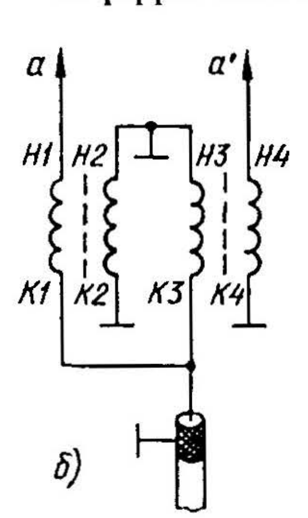


Рис. 3.5. Схемы подключения ферритового симметрирующего устройства

ферритовом кольце хорошо работает на всех 12 каналах метрового диапазона волн. Коэффициент усиления разрезного полуволнового вибратора равен единице, что соответствует нулю децибел. Это вполне естественно, так как коэффициент усиления определяется именно по отношению к полуволновому вибратору.

Для приема телевизионного сигнала в дециметровом диапазоне, как уже было отмечено ранее, требуется антенна с повышенным коэффициентом усиления, что требует усложнения ее конструкции. Задача упрощается благодаря тому, что все размеры дециметровой антенны оказываются существенно меньше размеров антенн метрового диапазона. Это позволяет создать комнатную антенну дециметрового диапазона, обладающую сравнительно большим коэффициентом усиления при небольших габаритах.

Одной из таких антенн, сравнительно несложной по конструкции, является трехэлементная рамочная антенна "Тройной квадрат", показанная на рис. 3.6. Коэффициент усиления этой антенны достигает 14 дБ, что

соответствует увеличению напряжения сигнала на ее выходе в 5 раз по сравнению с полуволновым вибратором. Антенна содержит три квадратные рамки, из которых директорная и рефлекторная являются замкнутыми, а вибраторная в точках а–а' (точки питания) разомкнута. Рамки расположены симметрично, так, что их центры находятся на горизонтальной прямой, совпадающей с направлением на телецентр. Рамки выполняют из медного или латунного провода диаметром 3...5 мм, который при размерах антенны дециметрового диапазона обладает достаточной жесткостью. Размеры антенны приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Размеры дециметровой рамочной антенны

Каналы	Д	В	Р	А	Б	Н	Ш	Т
21–26	134	158	193	67	98	580	152	300
27–32	122	144	176	61	89	530	139	274
33–40	110	131	160	55	80	475	126	248
41–49	99	117	143	50	72	430	112	220
50–58	89	105	129	45	65	390	102	200
59–68	81	96	113	41	59	350	92	181
69–80	73	86	106	37	53	315	83	164

Примечание. Размеры Н и Т приведены для антенн, изображенных на рис. 5.4, 5.6.

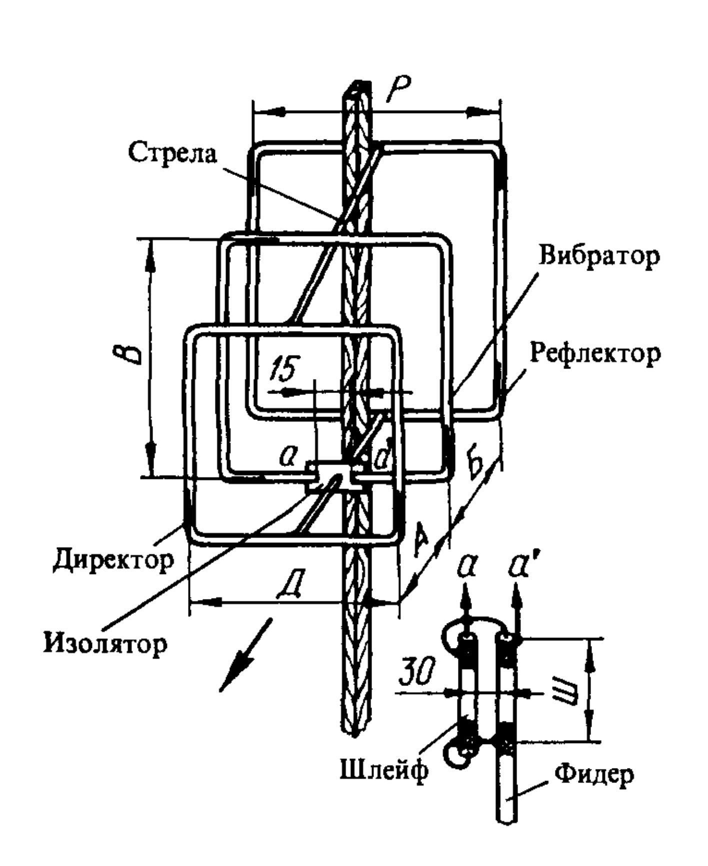


Рис. 3.6. Трехэлементная рамочная антенна

Рамки антенны крепят к двум стрелам в серединах горизонтальных сторон. Верхняя стрела выполнена из того же материала, что и рамки. Практика показала, что антенна лучше работает, если нижняя стрела выполнена из изоляционного материала, например, гетинаксового или текстолитового прутка. Верхняя стрела припаивается к рамкам, а нижняя может крепить рамки с помощью заливки точек соединения эпоксидной смолой. Мачта или стойка в комнатном варианте такой антенны выполняется также из изоляционного материала – гетинаксового или текстолитового прутка, трубки либо деревянной рейки. Стрелы крепят к мачте или стойке в центре тяжести антенны. Изолятор представляет собой пластину из гетинакса, текстолита или оргстекла размерами 20×30 мм и толщиной 2–3 мм. Концы вибраторной рамки крепятся к этой пластине хомутиками.

Входное сопротивление трехэлементной рамочной антенны примерно составляет 70 Ом, и она хорошо согласуется с волновым сопротивлением 75-омного коаксиального кабеля. Для симметрирования используется четвертьволновый короткозамкнутый шлейф, выполненный из отрезка того же кабеля.

Радиолюбитель А. Нанаков из Чебоксар предложил конструкцию трехэлементной рамочной антенны дециметрового диапазона из одного целого куска толстого провода, изгибая его в соответствии с рис. 3.7. В точках А, Б и В провода необходимо спаять. В этой конструкции вместо шлейфа, выполненного из куска коаксиального кабеля, используется четвертьволновый короткозамкнутый мостик той же длины, что и шлейф. Расстояние между проводами мостика также остается прежним, равным 30 мм. Конструкция такой антенны оказывается достаточно жесткой, и необходимость в нижней стреле отпадает. Фидер подвязывают к правому проводу мостика с наружной стороны. При подходе фидера к вибраторной рамке оплетка кабеля припаивается к точке а, центральная жила - к точке б. Левый провод мостика закрепляется на стойке или в случае наружной антенны - на мачте. Необходимо лишь обратить внимание на то, чтобы в пространстве между проводами мостика не располагались ни фидер, ни стойка или мачта. Автор этой конструкции сообщает, что такая антенна использовалась им в качестве наружной. Она была установлена на крыше 10-этажного дома, а сигнал подавался по фидеру в квартиру, расположенную на втором этаже. Антенна показала наилучшие результаты по сравнению с другими антеннами.

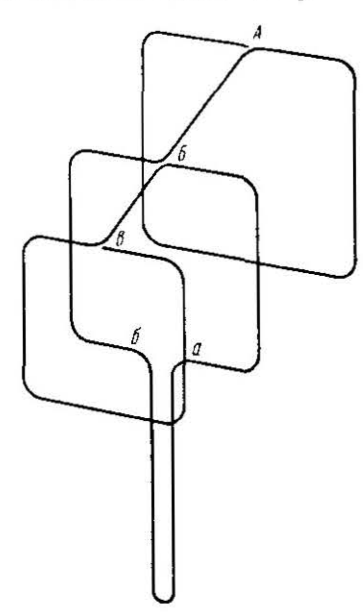


Рис. 3.7. Антенна из одного куска провода

Комнатная антенна тщательно ориентируется по изображению на экране телевизора так, чтобы при достаточной контрастности и устойчивости синхронизации получить наивысшую четкость изображения по горизонтали в отсутствие повторов. При этом может оказаться, что направление антенны не совпадает с направлением на телецентр.

Диаграмма направленности полуволнового вибратора представляет собой в горизонтальной плоскости восьмерку с нулевым приемом в направлениях, совпадающих с плоскостью, в которой расположен вибратор. Диаграмма достаточно широка, и поворот антенны в пределах до 30° в обе стороны от главного направления мало влияет на уровень принятого сигнала, но может сказываться на качестве изображения. Трехэлементная рамочная антенна обладает узкой диаграммой направленности и поэтому должна тщательно ориентироваться.

Комнатные телевизионные антенны также бывают в продаже. Антенны метрового диапазона представляют собой разрезной вибратор с телескопической конструкцией плеч, которая позволяет легко изменять длину вибратора под длину волны принимаемого канала по качеству картинки на экране. Встречаются также антенны с вибраторами, выполненными из металлической ленты, длина которых изменяется вращением специальной рукоятки. Антенны дециметрового диапазона, выпускаемые промышленностью, большей частью являются широкополосными типа логопериодических антенн и перекрывают весь диапазон дециметровых волн.

3.3. АНТЕННЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Владельцам телевизионных приемников хорошо известны поступавшие в широкую продажу промышленные комнатные антенны, называемые в обиходе "Усы". Они представляют собой два телескопических плеча разрезного полуволнового вибратора, шарнирно укрепленных в основании. Телескопическая конструкция плеч позволяет экспериментально подбирать длину вибратора под длину волны принимаемого частотного канала по наилучшему качеству картинки на экране телевизора. а шарнирное крепление - выбирать значение угла между плечами, которые располагаются в виде буквы V. Симметрирующее устройство на ферритовом кольце, размещенное внутри основания антенны, соединяет ее с коаксиальным кабелем, оснащенным на конце стандартным штекером для подключения к антенному гнезду телевизионного приемника. Такие же антенны в настоящее время входят в комплект некоторых телевизоров, конструкция футляра которых предусматривает крепление подобной антенны. Подобные же антенны выпускались с вибратором в виде металлической тонкой и гибкой упругой ленты. Вращением ручки, установленной в основании антенны, можно было изменять длину плеч вибратора, настраивая его на нужный канал.

Однако в настоящее время благодаря повсеместному использованию коллективных антенн, применение комнатных антенн в городских условиях для приема телевизионных передач в метровых диапазонах стало достаточно редким. Такие антенны сейчас в основном используются на дачных участках, расположенных невдалеке от города. Теперь широко стали использоваться комнатные антенны для приема телевизионных передач дециметрового диапазона. Отечественная и зарубежная промышленность выпускает самые разные конструкции комнатных дециметровых антенн, пользующихся большим спросом, который вызван быстрым ростом числа телевизионных программ, передающихся в дециметровом диапазоне. Так, в Москве помимо давно знакомых пяти программ метрового диапазона: "ОРТ" (1 канал), "ТВ-Центр" (3 канал), "TV6 Москва" (6 канал), "НТВ" (8 канал), "РТР" (11 канал) и одной программы дециметрового диапазона "С.-Петербург", а теперь "Культура" (33 канал) за сравнительно короткое время появилась возможность приема еще пяти программ "СТС" (27 канал), "31 канал". "ТНТ" (35 канал), "REN-TV" (49 канал), "Муз-ТВ" (51 канал).

Все московские системы антенн коллективного приема осуществляют преобразование 33-го канала на пятый канал, позволяя принимать его передачи телевизорами, рассчитанными только на прием метровых диапазонов. Для преобразования остальных дециметровых каналов свободного места на метровых диапазонах уже не хватает. Поэтому, а также и по другим более сложным причинам, остальные дециметровые каналы в сеть коллективной антенны не попадают, и приходится их принимать с помощью комнатных антенн.

В связи с тем. что одной и той же комнатной антенной необходимо принимать все возможные для приема в данной местности дециметровые каналы, требуется наличие широкополосной антенны. Кроме того, так как напряжение сигнала на выходе антенны пропорционально произведению длины волны на коэффициент усиления антенны, антенна должна иметь

повышенный коэффициент усиления для компенсации уменьшенной длины волны дециметрового диапазона.

Ассортимент комнатных дециметровых антенн, имеющихся в продаже, состоит в основном из широкополосных антенн, называемых логопериодическими. Подробное описание таких антенн рассмотрено в разделе 4.7. Здесь же достаточно сказать, что логопериодические антенны сочетают повышенный коэффициент усиления с широкой полосой пропускания и в дециметровом диапазоне имеют небольшие габариты, вполне приемлемые для использования в комнате обычных размеров. Иногда логопериодическая комнатная антенна снабжается рефлектором, выполненным из мелкоячеистой проволочной сетки. Некоторые изготовители сочетают конструкцию комнатной логопериодической антенны дециметрового диапазона с транзисторным малошумящим усилителем принятого сигнала. В этом случае антенна называется активной. Хотя при наличии телевизионного приемника, обладающего низким уровнем собственных шумов, приведенных ко входу, антенный усилитель не дает выигрыша по чувствительности, его использование обеспечивает компенсацию затухания сигнала в кабеле, соединяющем антенну с телевизором. Это дает возможность использовать тонкий кабель, который более приемлем для комнатной антенны, чем обычно используемый более толстый и менее гибкий.

4. НАРУЖНЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ БЛИЖНЕГО ПРИЕМА

4.1. РАЗНОВИДНОСТИ НАРУЖНЫХ АНТЕНН

Зоной ближнего приема можно назвать такую территорию, где уверенный прием достигается с помощью простейших антенн со сравнительно небольшим коэффициентом усиления. В связи с тем, что зона ближнего приема располагается внутри зоны прямой видимости, напряженность поля сигнала в пределах этой зоны в значительной мере зависит от мощности телевизионного передатчика. Поэтому радиус зоны ближнего приема на равнинной местности для мощного программного телецентра составляет примерно 50 км, для областных ретрансляторов – 30 км, а для маломощных местных ретрансляторов еще меньше: имеются ретрансляторы такой малой мощности, что для них зона ближнего приема ограничена расстоянием всего в несколько километров. Четко провести границу зоны ближнего приема, конечно, невозможно, так как она зависит и от мощности передатчика, и от номера канала, и от рельефа местности на трассе прохождения сигнала от передающей антенны к приемной, и от застройки населенного пункта, в котором необходимо осуществить прием. Все это не позволяет определить радиус зоны ближнего приема в конкретных условиях методом расчета. Поэтому в каждом конкретном случае необходимую антенну приходится выбирать опытным путем, начиная с простейшей и при отрицательном результате переходя к более сложной.

Простейшая приемная антенна – разрезной полуволновый вибратор, подобный рассмотренному в разделе о комнатных антеннах. Однако наружная антенна, как правило, не может крепиться к противоположным стенам и натягиваться таким путем, как это рекомендовалось для комнатной проволочной антенны. Поэтому такую антенну выполняют в виде жесткой конструкции из металлической трубки. Немного сложнее антенна – петлевой полуволновый вибратор, обладающий некоторыми преимуществами перед разрезными, хотя его коэффициент усиления также равен 0 дБ. Если полуволновый вибратор оказывается недостаточно эффективным в данных конкретных условиях, антенна может быть усложнена добавлением еще одного элемента – рефлектора, который значительно ослабляет прием с заднего направления и усиливает с главного. Для этого рефлектор выполняют немного длиннее вибратора и располагают сзади него на некотором расстоянии. Такая двухэлементная антенна носит название "Волновой канал". Благодаря рефлектору задний лепесток диаграммы направленности значительно уменьшается, а главный лепесток увеличивается и сужается. Поэтому коэффициент усиления антенны становится больше, чем у полуволнового вибратора. Еще бо́льший коэффициент усиления может быть достигнут установкой дополнительных элементов впереди вибратора,

которые называются директорами. Разработано большое количество разных антенн типа "Волновой канал", отличающихся одна от другой числом директоров и расстоянием между ними. Антенны этого типа отличаются компактностью, жесткой конструкцией, малой ветровой нагрузкой, но обладают и существенными недостатками, которые ограничивают возможности их изготовления в домашних условиях.

В качестве наружных, так же как и комнатных, используют рамочные антенны – двухэлементные и трехэлементные. Хотя они конструктивно сложнее двух- и трехэлементных антенн типа "Волновой канал", но обладают значительно бо́льшим коэффициентом усиления даже по сравнению с пятиэлементными антеннами и лишены их недостатков. Рамочные антенны хорошо согласуются с фидером, поэтому их рекомендуют использовать в тех случаях, когда антенна "Волновой канал" не дает достаточно хороших результатов. Рамочные антенны получили широкое распространение также в условиях дальнего приема телевидения за границей зоны прямой видимости, для чего несколько таких антенн соединяются в синфазную систему. Это приводит к еще бо́льшему коэффициенту усиления и позволяет уверенно принимать такие слабые сигналы, принять которые другими антеннами практически оказывается невозможно.

Антенны "Волновой канал" и рамочные относятся к узкополосным и способны принимать сигнал только по одному каналу, которому соответствуют размеры элементов антенны. При развитии многопрограммного телевещания возникла необходимость приема нескольких программ, передаваемых по разным каналам. Для этого разработаны широкополосные антенны, способные примерно одинаково принимать группу каналов. К таким антеннам относятся зигзагообразные, логопериодические и "бегущей волны". Там, где возможен прием нескольких программ, устанавливается широкополосная коллективная антенна или несколько антенн, рассчитанных на соответствующие частотные каналы, а также один широкополосный антенный усилитель или несколько для разных каналов. Типы антенн и усилителей подбирают так, чтобы гарантировать уверенный прием всех программ, принимаемых в данном населенном пункте, всеми абонентами, подключенными к этой коллективной антенне. Необходимо лишь отметить, что коэффициент усиления широкополосных антенн, как правило, значительно меньше, чем узкополосных, а соединить несколько широкополосных антенн в синфазную систему не удается из-за невозможности согласования такой системы во всем диапазоне частот. Это ограничивает возможности использования широкополосных антенн, допуская их применение только там, где напряженность поля сигналов по всем принимаемым каналам достаточно велика.

Большинство отечественных телецентров и ретрансляторов ведут телевизионные передачи при горизонтальной поляризации сигнала. Приводимые в дальнейшем эскизы различных антенн рассчитаны именно на горизонтальную поляризацию. Однако некоторые ретрансляторы ведут свои передачи при вертикальной поляризации сигнала. Это требует поворота антенны на 90° вокруг горизонтальной оси, направленной на передатчик.

4.2. ПРОСТЕЙШИЕ АНТЕННЫ

Простейшей телевизионной антенной, как уже было сказано, является разрезной полуволновый вибратор. Конструкция такой антенны показана на рис. 4.1. Активная часть антенны – полуволновый вибратор – образована

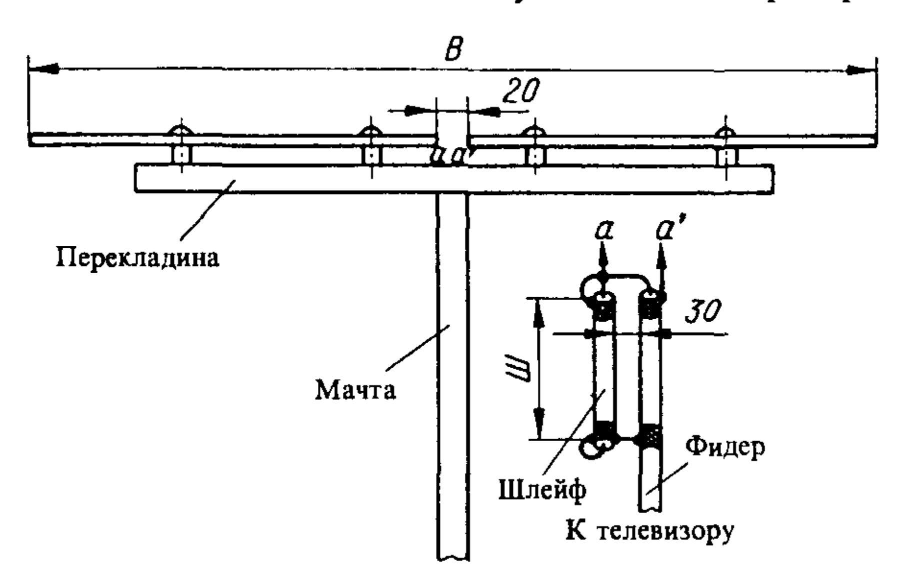


Рис. 4.1. Разрезной полуволновой вибратор

двумя металлическими трубками диаметром 15...20 мм. Плечи вибратора четырьмя длинными шурупами (или винтами с гайками) через изоляционные втулки из пластмассы или с помощью обычных роликов крепятся на горизонтальной перекладине, установленной на вершине металлической или деревянной мачты. Перекладина обязательно должна быть изготовлена из изоляционного материала. Может быть использовано сухое дерево с покраской в несколько слоев масляной краской. Под головки шурупов или винтов подкладывают изоляционные шайбы, а отверстия в трубках вибратора делают диаметром, немного бóльшим диаметра шурупов или винтов, чтобы они не касались трубок. Концы трубок нужно сплющить или вложить внутрь заглушки из дерева, чтобы предотвратить попадание влаги, а также свист, возникающий при сильном ветре. В принципе, трубки вибратора могут быть выполнены из любого металла, однако предпочтительнее медь или латунь, к которым легко припаять симметрирующее устройство.

Симметрирующее устройство, показанное на том же рисунке, выполняют в виде четвертьволнового симметрирующего шлейфа из того же кабеля, из которого выполнен фидер. Расстояние между фидером и шлейфом должно быть выдержано постоянным по всей длине шлейфа. Для этого можно использовать гетинаксовые распорки. Фидер и шлейф должны подходить к концам вибратора снизу. Ниже шлейфа фидер можно изгибать в нужную сторону и крепить к мачте любым способом, но в пределах шлейфа изгибы нежелательны. Если используется металлическая мачта, она не должна оказаться в пространстве между шлейфом и фидером.

Размеры антенны (B) и симметрирующего шлейфа (Ш) для любого из 12 метровых каналов сведены в табл. 4.1. Размеры перекладины, расстояние между ней и вибратором, а также расстояние между втулками выбирают произвольно.

Таблица 4.1

Размеры антенны разрезной полуволновый вибратор

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В, мм	2742	2322	1798	1633	1496	805	771	738	709	681	656	633
Ш, мм	1418	1202	932	848	778	420	402	386	370	356	343	331

Как отмечалось ранее, коэффициент усиления разрезного полуволнового вибратора равен 0 дБ, диаграмма направленности имеет вид восьмерки в горизонтальной плоскости (т. е. вибратор одинаково принимает сигнал и спереди, и сзади) и форму окружности в вертикальной плоскости (т. е. вибратор одинаково принимает сигнал с любых углов места).

Антенна более простой конструкции – петлевой вибратор, называемый также шлейф-вибратор Пистолькорса, показана на рис. 4.2. Оба плеча этого

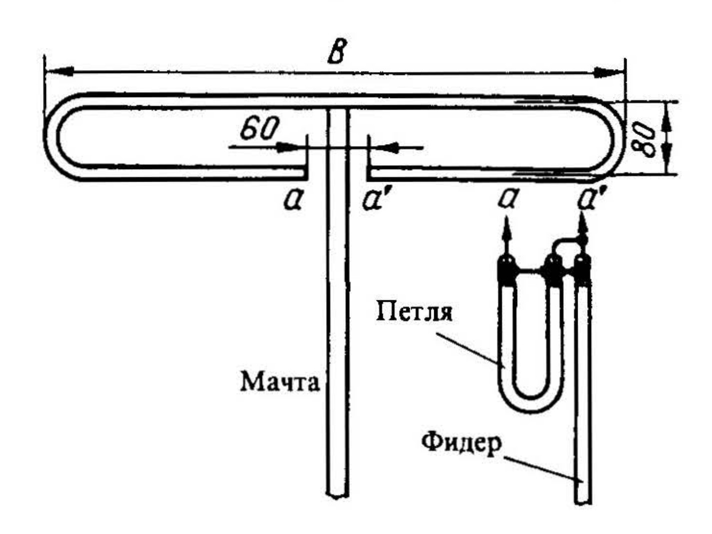


Рис. 4.2. Петлевой вибратор

вибратора выполнены в виде короткозамкнутых шлейфов с длиной каждого, приблизительно равной 1/4 длины волны. Середина верхней неразрезанной части вибратора является точкой нулевого потенциала, что позволяет в этой точке крепить вибратор к металлической мачте без изоляции.

Петлевой вибратор выполняют из тех же материалов, что и разрезной. Радиус закругления концов петлевого вибратора не имеет значения. В точках питания концы трубок можно расплющить. Коэффициент укорочения полуволнового петлевого вибратора значительно меньше зависит от диаметра трубки, чем коэффициент укорочения разрезного вибратора. Поэтому длина петлевого вибратора, выполненного из трубок диаметром 10...20 мм, практически остается неизменной. Механическое соединение петлевого вибратора с мачтой можно выполнять любым способом: сваркой, заклепочным или винтовым соединением без изоляции.

Входное сопротивление петлевого вибратора составляет 292 Ома, но обычно приближенно его считают равным 300 Ом. Некоторые из первых отечественных телевизионных приемников имели симметричный антенный вход с входным сопротивлением также 300 Ом, и с такими телевизорами петлевой вибратор мог соединяться симметричным высокочастотным кабелем КАТВ с волновым сопротивлением 300 Ом. Для подключения к

петлевому вибратору 75-омного коаксиального кабеля необходимо симметрирующе-согласующее устройство в виде полуволновой петли, которое показано также на рис. 4.2. Полуволновая петля уменьшает входное сопротивление антенны в 4 раза, ее выполняют из кабеля любой марки. Длина петлевого вибратора В и длина петли в развернутом виде П для любого метрового канала приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Размеры антенны полуволновый петлевой вибратор

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В, мм	2722	2302	1781	1616	1479	786	752	720	691	664	639	616
П, мм	1865	1581	1227	1116	1023	553	529	508	488	469	452	436

Если разрезной вибратор узкополосный и может принимать сигналы только того канала, на который рассчитана его длина, то петлевой вибратор имеет более широкую полосу пропускания. Поэтому он может удовлетворительно принимать сигналы по двум-трем каналам, соседним по частоте. При этом необходимо иметь в виду, что второй и третий, пятый и шестой каналы не являются соседними по частоте, между ними значительный частотный интервал, как видно из табл. 1.1.

Вместо четвертьволнового короткозамкнутого шлейфа симметрирование полуволнового разрезного вибратора можно осуществить с помощью устройства на ферритовом кольце, которое показано на рис. 3.5,а. Так же симметрирование и согласование с фидером петлевого вибратора можно выполнить без полуволновой петли с помощью такого же устройства на ферритовом кольце, но подключение этого устройства произвести согласно рис. 3.5,б. Такое симметрирование и согласование более компактно. Однако во втором случае сложнее герметизация, необходимая для наружной антенны во избежание попадания влаги. В то же время шлейф или петля в герметизации не нуждаются.

Обе рассмотренные антенны (полуволновые разрезной и петлевой вибраторы) ориентируются по направлению на передатчик так, чтобы они располагались в плоскости, перпендикулярной этому направлению. Однако ориентирование должно контролироваться по изображению на экране телевизора, которое должно иметь максимальную четкость по горизонтали и устойчивую синхронизацию, контрастность же картинки не обязательно должна получаться максимальной. Лучше всего ориентировать антенну при приеме телевизионной испытательной таблицы.

Простейшие антенны в диапазоне дециметровых волн обычно не применяют, так как в этом диапазоне требуется получить от антенны ощутимое усиление из-за меньшей напряженности поля.

4.3. АНТЕННЫ "ВОЛНОВОЙ КАНАЛ"

Антенны типа "Волновой канал" получили широкое распространение в различных профессиональных устройствах радиосвязи и радиолокации. Большинство телевизионных коллективных и индивидуальных антенн

промышленного изготовления также являются антеннами типа "Волновой канал". Это связано с тем, что такие антенны достаточно компактны и обеспечивают получение большого коэффициента усиления при сравнительно небольших габаритах. Иногда антенну "Волновой канал", особенно в зарубежной литературе, называют антенной Уда – Яги по имени впервые описавших ее японских изобретателей.

Антенна "Волновой канал" представляет собой набор элементов: активного – вибратора и пассивных – рефлектора и нескольких директоров, установленных на одной общей стреле.

Принцип действия антенны в следующем. Вибратор определенной длины, находящийся в электромагнитном поле сигнала, резонирует на частоте сигнала, и в нем наводится ЭДС. В каждом из пассивных элементов также наводится ЭДС, и они переизлучают вторичные электромагнитные поля. Эти вторичные поля, в свою очередь, наводят дополнительные ЭДС в вибраторе. Размеры пассивных элементов и их расстояния от вибратора должны быть выбраны такими, чтобы дополнительные ЭДС, наведенные в вибраторе вторичными полями, были в фазе с основной ЭДС, наведенной в нем первичным полем. Тогда все ЭДС будут складываться арифметически, обеспечив увеличение эффективности антенны по сравнению с одиночным вибратором. Для этого рефлектор делается немного длиннее вибратора, а директоры – короче.

Симметричное расположение элементов антенны относительно направления на передатчик создает условия для сложения наведенных ЭДС в вибраторе только для сигнала, приходящего с главного направления. Сигналы, приходящие под углом к главному направлению, создают в вибраторе ЭДС, сдвинутые по фазе относительно основного, и поэтому складываются алгебраически так, как складываются векторы. Их векторная сумма получается меньше арифметической. Сигнал же, приходящий с заднего направления, создает в вибраторе наведенные ЭДС, противофазные основной, и они вычитаются. Таким образом, обеспечивается направленное свойство антенны, формируется узкая диаграмма ее направленности, что соответствует увеличению коэффициента усиления.

Элементы антенн "Волновой канал", которые будут рассмотрены ниже, расположены в пространстве горизонтально, и такие антенны используют для приема сигналов с горизонтальной поляризацией, когда вектор напряженности электрического поля E также горизонтален. Для приема сигналов с вертикальной поляризацией антенна должна быть повернута на 90° так, чтобы ее элементы стали вертикальными.

В связи с тем, что элементы антенны расположены в разных точках пространства, фазы наведенных в них первичным полем ЭДС будут зависеть от координат каждого элемента и их размеров, так как от длины элемента зависит его резонансная частота, а фаза наведенной ЭДС зависит от настройки элемента. Нужно также учесть, что телевизионный сигнал занимает сравнительно широкую полосу частотного спектра, и свойства антенны должны быть хотя бы примерно одинаковыми для всей полосы частот принятого сигнала. Наконец, для хорошего согласования антенны с фидером ее входное сопротивление должно иметь чисто активный характер. Отсюда становится ясно, насколько сложно проектирование антенн типа "Волновой канал", особенно при большом количестве элементов антенны. В

настоящее время разработано множество вариантов таких антенн с разным числом директоров различных размеров и с различным расстоянием между ними. Процесс проектирования многоэлементной антенны типа "Волновой канал" вообще не однозначен. Перед проектировщиком могут быть поставлены разные задачи: либо добиться максимального коэффициента усиления антенны, либо – максимального коэффициента защитного действия, либо – наименьшей неравномерности коэффициента усиления в полосе принимаемых частот, либо – минимального уровня боковых лепестков диаграммы направленности или другие факторы. Кроме того, в процессе проектирования некоторыми размерами антенны приходится задаваться, а остальные получать в результате расчета. Этим объясняется то, что в разных источниках литературы приводятся различные размеры элементов антенн при одинаковом их числе. К сожалению, в литературе при описаниях антенн отсутствуют сведения о том, какие исходные данные были положены в основу проектирования данной конкретной антенны. Следует также учесть, что большинство вариантов многоэлементных антенн "Волновой канал" подобрано экспериментальным путем, что сильно осложняет возможности повторяемости таких конструкций.

Многоэлементная антенна "Волновой канал", по принципу работы аналогичная многоконтурному полосовому фильтру, нуждается в тщательной настройке элементов. Известно, что как бы точно ни были подобраны индуктивности катушек и емкости конденсаторов многоконтурного фильтра, он подлежит обязательной настройке по приборам в связи с тем, что невозможно заранее учесть разбросы различных паразитных параметров, таких как емкости монтажа и индуктивности рассеяния, активные сопротивления катушек на высокой частоте и сопротивления потерь конденсаторов, индуктивности и сопротивления соединительных проводников. Аналогично и при изготовлении многоэлементной антенны "Волновой канал": даже точное соблюдение всех ее размеров не избавляет от необходимости выполнения тщательной настройки по приборам, так как невозможно учесть разбросы в ее конструкции, такие как непараллельность элементов в горизонтальной плоскости, скручивание несущей стрелы, неизбежное под нагрузкой из-за того, что всегда имеется неоднородная по длине трубы эллиптичность ее сечения, а скручивание стрелы приводит к тому, что элементы антенны уже не находятся в одной плоскости. Определенное влияние на работу антенны, которое невозможно учесть, оказывают находящиеся поблизости местные предметы, металлические и неметаллические. Наконец, невозможно абсолютно точно выдержать все размеры, всегда будут отклонения в пределах допусков, а при изменениях окружающей температуры эти отклонения увеличиваются.

Антенну следует настраивать изменением длины каждого элемента и расстояний между ними при контроле формы диаграммы направленности, значения и характера входного сопротивления антенны. Настройка требует специальных полигонных условий, исключающих влияние местных предметов, и специальных приборов: генератора метрового или дециметрового диапазона волн достаточно большой мощности, индикатора напряженности поля, измерителя полных сопротивлений антенн. Не всегда в процессе настройки удается одновременно добиться того, чтобы входное сопротивление антенны было чисто активным и имело нужное значение. Приходится

мириться с полученным значением входного сопротивления антенны при его чисто активном характере. Но при этом кроме настройки антенны приходится также дополнительно осуществлять настройку ее согласования с фидером. Многоэлементные антенны "Волновой канал", используемые в профессиональной аппаратуре, подлежат обязательной индивидуальной настройке на заводе, а в состав аппаратуры входит устройство, позволяющее корректировать согласование антенны с фидером в процессе эксплуатации.

Радиолюбители, занимающиеся постройкой многоэлементных антенн типа "Волновой канал", конечно, не имеют возможности выполнить даже приблизительную настройку антенны, а большинство из них полагает, что антенна, изготовленная точно по чертежам, должна обеспечивать нормальную работу. К сожалению, дело обстоит совсем наоборот. Чем больше элементов содержит антенна, тем сложнее ее настройка и, с другой стороны, тем хуже оказываются фактические характеристики ненастроенной антенны. В первую очередь при расстройке антенны страдает ее диаграмма направленности. Она становится асимметричной, максимум ее главного лепестка отклоняется от оси антенны, расширяются боковые и задний лепестки. В связи с тем, что ухудшается соотношение между площадью главного лепестка и площадью остальных лепестков, падает коэффициент усиления антенны. Входное сопротивление антенны приобретает значительную реактивную составляющую, а его активная составляющая сильно отличается от номинального значения, которое она должна иметь по паспорту. В результате сильно нарушается согласование антенны с фидером. Это приводит к тому, что значительная часть энергии сигнала, принятого антенной, отражается от фидера и излучается обратно в пространство, не поступая на вход телевизионного приемника. Таким образом, резко ухудшаются все без исключения характеристики антенны, подобно тому, как радиоприемник с расстроенными контурами не обладает ни нужной чувствительностью, ни нужной избирательностью. Порой такой приемник вообще не способен принимать радиосигналы. Всем этим объясняются частые разочарования радиолюбителей, которые, построив и установив сложную многоэлементную антенну типа "Волновой канал", сталкиваются с тем, что не получают ожидаемых результатов.

Практика показывает, что антенна "Волновой канал" не нуждается в настройке и обеспечивает получение паспортных характеристик, если она содержит не более трех элементов: вибратор, рефлектор и только один директор. Коэффициент усиления такой антенны составляет 6 дБ, что вполне достаточно для ее использования в зоне ближнего приема. Если же такого коэффициента усиления окажется недостаточно, радиолюбителям не рекомендуется заниматься постройкой многоэлементных антенн типа "Волновой канал", а следует отдать предпочтение антеннам других типов, которые могут обеспечить получение больших коэффициентов усиления и не нуждаются в настройке.

Следует отметить еще одну неприятность, связанную с использованием многоэлементных антенн типа "Волновой канал". Обычно эти антенны содержат петлевой вибратор Пистолькорса. Сам петлевой вибратор имеет входное сопротивление около 300 Ом и хорошо согласуется с фидером из коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом путем применения

полуволновой петли. Петля уменьшает входное сопротивление в 4 раза, с 300 до 75 Ом, и обеспечивает симметрирование. При добавлении к петлевому вибратору пассивных элементов входное сопротивление антенны в значительной мере уменьшается. Так, входное сопротивление пятиэлементной антенны в зависимости от ее размеров может находиться в пределах 40...120 Ом. Будучи дополнительно уменьшенным в 4 раза полуволновой петлей, оно падает до 10...30 Ом, что приводит к резкому рассогласованию антенны с фидером. За счет отражения значительной части энергии принятого сигнала и ее излучения обратно в пространство значительно уменьшается коэффициент усиления антенны. В условиях высокого уровня напряженности поля на небольшом расстоянии от передатчика такая потеря усиления антенной не опасна: главной задачей остается защита от помех за счет узкой диаграммы направленности. Однако если многоэлементную антенну устанавливали из-за того, что более простая антенна оказалась недостаточно эффективной, такое решение оказывается ошибочным. Дело осложняется тем, что в литературе при описании многоэлементных антенн "Волновой канал" не указываются значения их входного сопротивления, так как оно очень сильно зависит от настройки антенны. Измерить же входное сопротивление антенны в любительских условиях достаточно трудно, а не зная его, невозможно правильно выбрать схему согласующего устройства.

Двухэлементные антенны "Волновой канал" применяют редко, так как их характеристики ненамного лучше характеристик одиночного вибратора. Поэтому рассмотрим трехэлементную антенну, которая показана на рис. 4.3. Элементы антенны выполнены из металлической трубки диаметром 12–

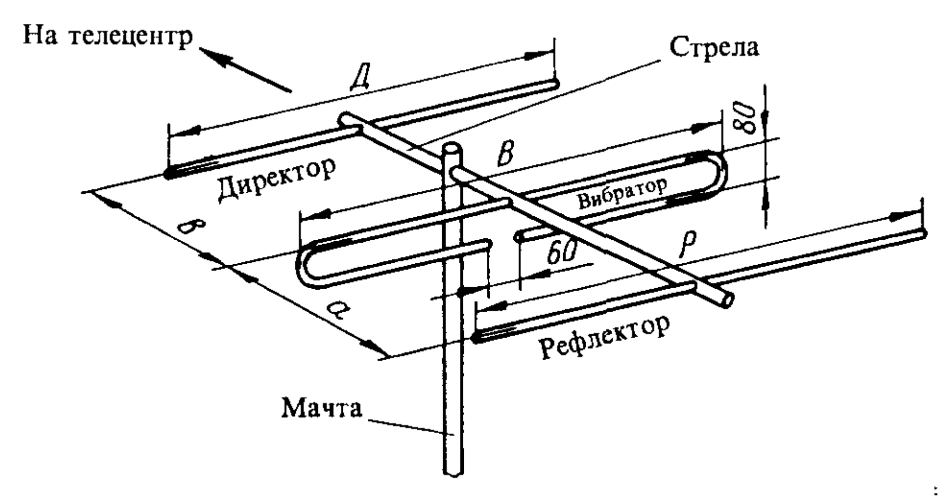


Рис. 4.3. Трехэлементная антенна "Волновой канал"

20 мм. Мачта и стрела могут быть металлическими. При этом элементы антенны должны быть надежно электрически соединены со стрелой с помощью пайки или сварки. Если стрела выполняется из изоляционного материала, специально соединять между собой элементы антенны не нужно. Расположение элементов антенны соответствует горизонтальной поляризации сигнала. Если необходимо принимать сигнал с вертикальной поляризацией, антенна поворачивается так, чтобы ее элементы заняли вертикальное положение. Однако при этом верхняя часть мачты длиной, примерно равной длине рефлектора, должна быть выполнена из изоляционного материала.

Подключение фидера производится с помощью полуволновой петли, как

это показано на рис. 4.2. Входное сопротивление антенны рекомендуемых размеров примерно составляет 150 Ом, поэтому имеется рассогласование антенны с фидером. Однако в условиях ближнего приема более важным является то, что суженная по сравнению с одиночным вибратором диаграмма направленности ослабляет прием помех с других направлений и отраженных сигналов.

Размеры антенны и длина петли в развернутом виде приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Размеры трехэлементной антенны "Волновой канал", мм

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Р	3350	2840	2200	2000	1830	990	950	905	870	840	805	780
В	2760	2340	1790	1620	1510	815	780	745	720	690	665	640
Д	2340	2000	1550	1400	1290	690	660	630	610	585	560	545
а	900	760	590	535	490	270	255	240	230	225	220	215
в	600	510	395	355	330	180	170	160	155	150	145	140
П	1865	1581	1227	1116	1023	553	529	508	488	469	452	436

Коэффициент усиления трехэлементной антенны "Волновой канал" указанных размеров составляет 5,1...5,6 дБ, что соответствует увеличению напряжения сигнала на выходе антенны в 1,8...1,9 раз по сравнению с одиночным полуволновым вибратором. Угол раствора главного лепестка диаграммы направленности по половинной мощности составляет 70°. Трехэлементная антенна, установленная на мачте высотой 15...20 м, при равнинной местности может обеспечить нормальный прием телевизионных передач на расстоянии до 60 км от передатчика мощностью 5 кВт при высоте передающей антенны 200 м.

На рис. 4.4 представлена пятиэлементная антенна "Волновой канал". От трехэлементной антенны она отличается двумя дополнительными директо-

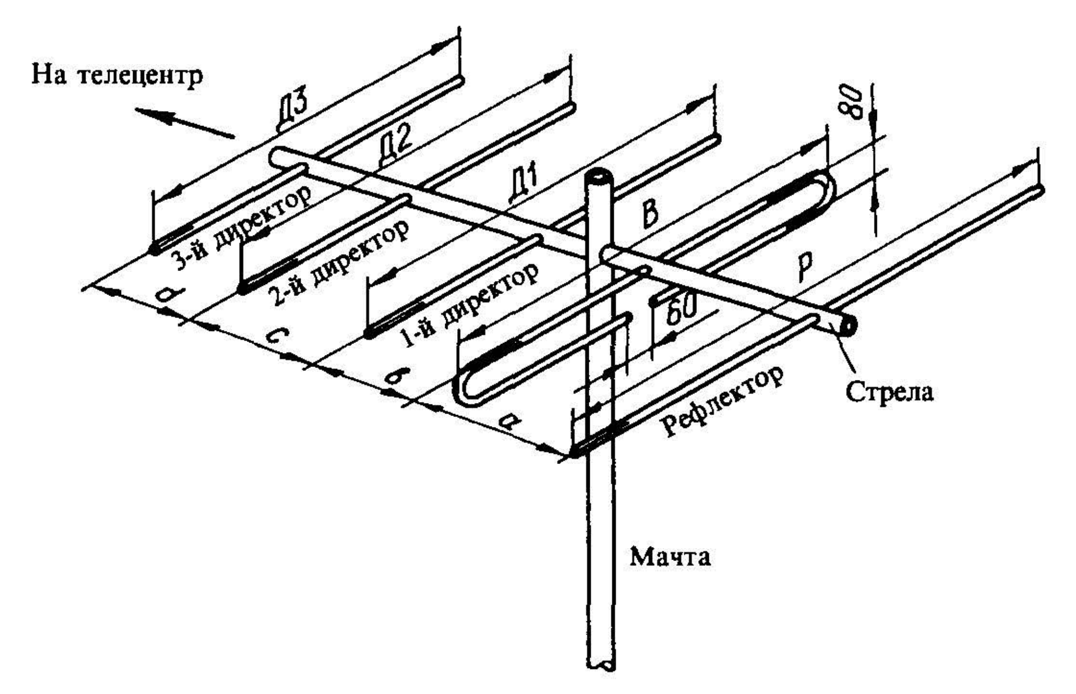


Рис. 4.4. Пятиэлементная антенна "Волновой канал"

рами и размерами элементов. В связи с пониженным входным сопротивлением антенны, которое из-за неизбежной расстройки даже приблизительно указать невозможно, фидер к антенне следует подключать с помощью четвертьволнового короткозамкнутого шлейфа, показанного на рис. 4.1. Размеры этой антенны приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Размеры пятиэлементной антенны "Волновой канал", мм

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Р	3130	2650	2060	1870	1710	840	840	800	760	700	710	680
В	2760	2340	1790	1620	1510	730	690	680	660	605	580	550
Д1	2510	2130	1650	1500	1370	720	680	660	640	610	580	560
Д2	2490	2100	1630	1485	1360	720	680	660	610	610	580	560
Д3	2430	2060	1600	1450	1330	700	660	650	610	610	570	530
а	1200	1030	790	720	660	325	310	300	290	260	260	240
в	730	620	480	435	400	210	210	210	160	190	190	250
с	700	590	460	420	380	500	530	490	450	445	390	385
d	740	625	485	440	400	420	365	370	380	315	350	340
Ш	1418	1202	932	848	778	420	402	386	370	356	343	331

Коэффициент усиления пятиэлементной антенны при условии ее точной настройки для указанных размеров составляет примерно 8,6...8,9 дБ, что соответствует увеличению сигнала на выходе антенны в 2,7...2,8 раз по сравнению с одиночным полуволновым вибратором. Угол раствора диаграммы направленности по половинной мощности составляет 50°. Если антенна не настраивалась, ее параметры могут оказаться хуже, чем у трехэлементной антенны.

Помимо пятиэлементных разработаны и в некоторых литературных источниках публикуются размеры семиэлементных, одиннадцатиэлементных антенн "Волновой канал", а также с еще большим числом элементов. Такие антенны здесь не рассматриваются по следующим причинам. Как уже отмечалось, без тщательной настройки такие антенны, даже выполненные точно по чертежам, обладают плохими характеристиками. Кроме того, с увеличением числа элементов сужается полоса пропускания антенны. Так, полоса пропускания семиэлементной антенны типа "Волновой канал" составляет примерно 5 % частоты, на которую она настроена. Поэтому при приеме сигнала по первому частотному каналу (средняя частота 52,9 МГц) полоса пропускания антенны составит всего 2,65 МГц, т. е. значительно меньше полосы частот, занимаемой спектром телевизионного сигнала, которая примерно равна 7 МГц. Даже на пятом канале полоса пропускания этой антенны оказывается недостаточной. А если в диапазоне 6–12-го каналов или в дециметровом диапазоне полоса пропускания многоэлементной антенны оказывается достаточно широкой, из-за неизбежной расстройки такие самодельные антенны оказываются бесперспективными. Наконец, в условиях ближнего приема нет никакой необходимости в установке таких сложных антенн.

Что касается дальней части зоны прямой видимости или зоны полутени, то там необходимо использовать антенны с повышенным или большим

коэффициентом усиления, который расстроенная антенна обеспечить не может, и для получения такого коэффициента усиления приходится использовать синфазное соединение нескольких сравнительно простых антенн, которые не нуждаются в настройке и хорошо согласуются с фидером.

4.4. РАМОЧНЫЕ АНТЕННЫ

В тех конкретных условиях приема телевизионных передач, когда простейшие антенны или трехэлементная антенна типа "Волновой канал" не могут обеспечить получение на экране телевизора удовлетворительного качества изображения, можно рекомендовать двухэлементную рамочную антенну, которая иначе называется обычно антенной "Двойной квадрат". Рамочные антенны сочетают повышенный коэффициент усиления с простотой конструкции и отсутствием необходимости настройки при сравнительно узкой полосе пропускания. Узкополосные антенны по сравнению с широкополосными обладают таким дополнительным преимуществом, как частотная избирательность. Благодаря этому на вход телевизионного приемника не могут проникнуть помехи от других телевизионных передатчиков, работающих на соседних по частоте каналах, если по каким-либо причинам возникли благоприятные условия распространения их сигналов в данном направлении. Особенно важна частотная избирательность антенны в условиях слабого сигнала. Дело в том, что нередки случаи, когда необходимо обеспечить прием слабого сигнала от удаленного передатчика, но поблизости работает мощный передатчик другой программы на соседнем канале. В таких условиях частотной избирательности телевизионного приемника может не хватить. Кроме того, как известно, интенсивная помеха, поступая на первый же нелинейный элемент схемы приемника (электронную лампу, транзистор или микросхему), приводит к перекрестной модуляции сигнала этой помехой. В последующих каскадах избавиться от этой помехи в приемнике уже невозможно. Поэтому ослабление такой помехи за счет частотной избирательности антенны имеет очень важное значение.

Наибольшее распространение получили двухэлементные рамочные антенны, хотя иногда используют также и трехэлементные рамочные антенны. Впервые предложил использовать эти антенны для приема телевидения советский энтузиаст дальнего приема С.К. Сотников. Его первая статья с описанием двухэлементных рамочных антенн была помещена в журнале "Радио", 1959 г., № 4, с. 31–32. Многочисленные эксперименты радиолюбителей подтвердили их эффективность. Антенны с числом рамок более трех не используют по тем же самым причинам, по которым нецелесообразно применение многоэлементных антенн "Волновой канал": необходимость тщательной настройки, без которой параметры антенны от увеличения числа элементов не улучшаются.

Двухэлементная рамочная антенна показана на рис. 4.5. Рамки антенны имеют квадратную форму, а по углам могут иметь закругления произвольного радиуса, не превышающего примерно 1/10 стороны квадрата. Рамки выполняют из металлической трубки диаметром 10...20 мм для антенн 1–5-го каналов или 8...15 мм для антенн 6–12-го каналов. Как и при

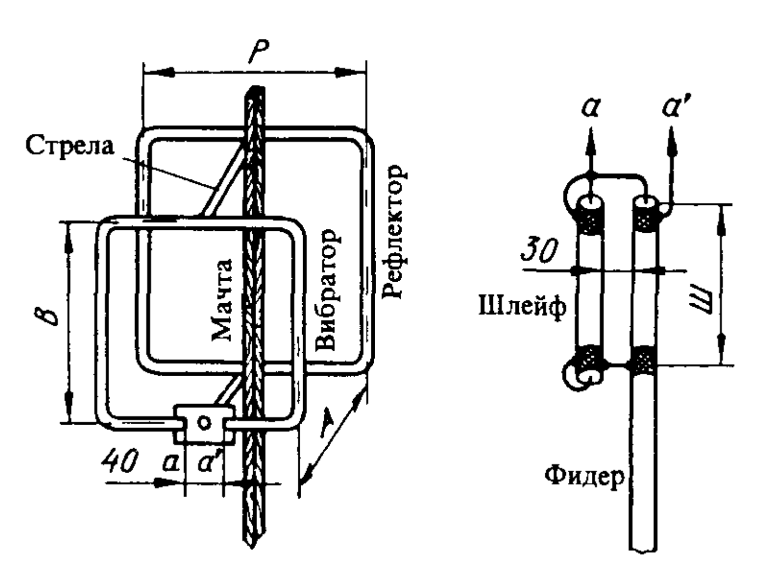


Рис. 4.5. Двухэлементная рамочная антенна

изготовлении других антенн, металл может быть любым, но предпочтительнее медь или латунь. Верхняя стрела соединяет середины обеих рамок, а нижняя стрела изолирована от вибраторной рамки и крепится к пластине, изготовленной из гетинакса, текстолита или оргстекла толщиной 6...8 мм и размерами 30 × 60 мм. К этой же пластине крепятся концы вибраторной рамки винтами с гайками, для чего концы рамки можно расплющить. Стрелы могут быть выполнены металлическими или из изоляционного материала – текстолита или винипласта. В этом случае специально соединять рамки между собой нет необходимости. Мачта должна быть деревянной, по крайней мере ее верхняя часть. Металлическая часть мачты должна заканчиваться на 1,5 м ниже антенны. Рамки антенны располагают одна относительно другой так, чтобы их воображаемые центры (точки пересечения диагоналей квадратов) находились на горизонтальной прямой, направленной на передатчик. Крепление антенны к мачте производится в центре тяжести.

Фидер подключается к концам вибраторной рамки с помощью четвертьволнового короткозамкнутого симметрирующего шлейфа из того же кабеля, что и фидер. Шлейф и фидер должны подходить к антенне вертикально снизу, расстояние между ними должно быть постоянным по всей длине шлейфа, для чего можно предусмотреть распорки из гетинакса. Можно также закрепить фидер и шлейф на изоляционной пластине, к которой крепятся нижняя стрела и концы вибраторной рамки, изготовив ее в виде буквы Т. При этом в пластине сверлят небольшие отверстия, а фидер и шлейф привязывают к ней капроновой леской. Использовать металлические элементы их крепления нежелательно.

Для обеспечения жесткости можно выполнить шлейф из двух металлических трубок, соединенных верхними концами с концами вибраторной рамки. В этом случае фидер пропускают внутри правой трубки снизу вверх, оплетку кабеля припаивают к правому, а центральную жилу – к левому концам вибраторной рамки. Трубки шлейфа в нижней части замыкаются перемычкой, перемещением которой можно подстроить антенну на максимум принимаемого сигнала.

По данным С.К. Сотникова, коэффициент усиления двухэлементной рамочной антенны, выполненной по рекомендованным им размерам,

составляет 8...9 дБ, что соответствует увеличению напряжения сигнала в 2,5...2,8 раз по сравнению с напряжением сигнала на выходе полуволнового вибратора. Входное сопротивление этой антенны находится в пределах 70...80 Ом.

Размеры двухэлементной рамочной антенны, рекомендованные С.К. Сотниковым для любого из 12 метровых телевизионных каналов, приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Размеры двухэлементных рамочных антенн метровых волн, мм

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В	1450	1220	930	840	770	410	390	370	360	345	330	320
Р	1630	1370	1050	950	870	460	440	420	405	390	375	360
А	900	760	580	530	480	250	240	230	220	210	210	200
Н	4500	3800	2900	2600	2400	1280	1230	1180	1130	1090	1050	1000
Ш	1500	1260	970	880	800	430	410	390	375	360	350	335
Т	1000	840	640	580	530	280	270	260	250	240	230	220

В своей книге "Антенны любительских радиостанций" (М.: ДОСААФ, 1962) В.П. Шейко приводит другие размеры двухэлементных рамочных антенн, которые можно вычислить по следующим формулам:

$$B = 0,26\lambda, \ \ P = 0,31\lambda, \ \ A = 0,18\lambda,$$

где λ – длина волны канала изображения $\lambda_и$ или средняя длина волны принимаемого частотного канала $\lambda_с$, которые приведены в табл. 1.1. Остальные размеры антенны берутся такими же, как указано в табл. 4.5. Для антенны таких размеров В.П. Шейко указывает, что коэффициент усиления составляет 9...11 дБ, что соответствует увеличению напряжения сигнала в 2,8...3,5 раз по сравнению с напряжением сигнала на выходе полуволнового вибратора. Входное сопротивление такой антенны около 100 Ом.

Исходя из приведенных значений коэффициента усиления, можно сделать вывод о том, что по усилению двухэлементная рамочная антенна эквивалентна пятиэлементной антенне "Волновой канал" или немного эффективнее ее, но имеет меньшие габариты и лишена ее недостатков, так как не нуждается в настройке, хорошо согласуется с фидером и обладает хорошей повторяемостью параметров. Это объясняется тем, что активной приемной частью каждой рамки являются ее верхняя и нижняя горизонтальные части. Получается, что двухэлементная рамочная антенна содержит четыре элемента и эквивалентна двухэтажной синфазной решетке, собранной из двухэлементных антенн "Волновой канал". Влияние дополнительных двух элементов второго этажа оказывается сильнее, чем добавление двух директоров к двухэлементной антенне "Волновой канал", за счет сужения диаграммы направленности в вертикальной плоскости, а это очень важно в условиях дальнего приема, когда сигнал приходит с линии горизонта под малым углом места. Наличие же всего двух элементов, взаимодействующих в каждом этаже, обеспечивает стабильность параметров антенны и их независимость от естественных разбросов в размерах. Благодаря этому

отпадает необходимость индивидуальной настройки каждой антенны и обеспечивается хорошее согласование ее с фидером.

В качестве наружной антенны можно также использовать трехэлементную рамочную антенну, аналогичную показанной на рис. 3.6. Отличие наружной антенны от комнатной лишь в том, что ее рамки для бо́льшей прочности должны быть выполнены из металлической трубки или прутка диаметром 6...10 мм, а стрелы и пластина изолятора – более толстыми. Остальные размеры для антенны дециметрового диапазона волн должны соответствовать указанным в табл. 3.2. В связи с тем, что полоса пропускания антенны в дециметровом диапазоне охватывает сразу несколько частотных каналов, размеры даются не для одного канала, а для группы каналов, соседних по частоте.

Трехэлементную рамочную антенну также можно использовать в диапазонах метровых волн. Размеры такой антенны для любого из 12 частотных каналов приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Размеры трехэлементных рамочных антенн метровых волн, мм

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Д	1255	1060	825	750	688	370	354	340	325	312	300	290
В	1485	1260	975	890	812	438	418	400	385	370	357	345
Р	1810	1530	1190	1080	990	532	510	488	470	450	435	420
А	630	532	412	375	345	185	177	170	163	157	150	145
Б	915	775	600	545	500	270	258	246	237	228	220	210
Н	5600	4600	3600	3200	3000	1680	1600	1500	1450	1400	1350	1300
Ш	1500	1260	970	880	800	430	410	390	375	360	350	335
Т	1000	840	640	580	530	280	270	260	250	240	230	220

Рамки и верхнюю стрелу антенны метровых волн для достаточной прочности выполняют из трубки диаметром 10...15 мм, а расстояние между концами вибраторной рамки увеличивают до 50 мм.

Как отмечалось, коэффициент усиления трехэлементной рамочной антенны указанных размеров по данным В.П. Шейко составляет 14...15 дБ, что значительно превышает коэффициент усиления многоэлементных антенн "Волновой канал". Для сравнения напомним, что коэффициент усиления семиэлементной антенны "Волновой канал" равен 10 дБ, одиннадцатиэлементной – 12 дБ, шестнадцатиэлементной – 13,5 дБ. Причем эти значения соответствуют точно настроенным антеннам. При изготовлении же антенн "Волновой канал" в любительских условиях без их тщательной настройки указанные значения коэффициентов усиления в лучшем случае следует уменьшить на 3 дБ. Если учесть, что трехэлементная рамочная антенна не нуждается в настройке, ее преимущества очевидны.

Большой коэффициент усиления рамочных антенн указывает на достаточно малую ширину лепестка диаграммы направленности. Поэтому такие антенны необходимо ориентировать на передатчик более тщательно. Можно рекомендовать следующий способ. Регулятором контрастности телевизора установить минимальную контрастность, при которой еще сохраняется синхронизация. Затем подстроить соответствующими регуля-

торами частоты строчной и кадровой разверток и вновь уменьшить контрастность до срыва синхронизации. После этого скорректировать ориентировку антенны до восстановления синхронизации. Можно вновь уменьшить контрастность и подориентировать антенну. На равнинной местности, как правило, достаточно ориентировать антенну только по азимуту при сохранении горизонтального положения ее оси. В условиях же горной местности часто приходится также ориентировать антенну и по углу места, наклоняя ее ось, когда сигнал приходит не с линии горизонта, а с вершины какой-либо горы, являющейся его переизлучателем.

Двухэлементную антенну можно использовать на расстоянии до передатчика, примерно равном 70 % расстояния прямой видимости, а трехэлементную – вплоть до границы прямой видимости, конечно, при достаточной мощности передатчика. Если же принимается сигнал от передатчика малой мощности и даже в ближней части зоны прямой видимости, полуволновый вибратор или трехэлементная антенна "Волновой канал" не обеспечивает хорошего приема, двухэлементная рамочная антенна (а тем более трехэлементная рамочная антенна) позволит достичь увеличения уровня сигнала на входе телевизора. Иногда либо из-за удаленности от передатчика, либо из-за недостаточной мощности этого передатчика контрастность изображения на экране телевизора оказывается недостаточной, а на экране цветного телевизора получается только черно-белое изображение и получить цветное изображение не удается. В этих случаях использование рамочных антенн также позволяет получить хороший эффект.

4.5. ЗИГЗАГООБРАЗНЫЕ АНТЕННЫ

Если антенны типа "Волновой канал" и рамочные узкополосные, то зигзагообразные антенны широкополосные и могут работать в широком диапазоне частот. В пределах того диапазона частот, на который рассчитана зигзагообразная антенна, она обладает сравнительно постоянными параметрами, удовлетворительно согласуется с фидером, а ее коэффициент усиления изменяется в небольшой степени. Еще одно из достоинств этих антенн – возможность легкого изготовления в домашних условиях, так как зигзагообразные антенны могут быть выполнены из подручных материалов. Впервые зигзагообразная антенна описана в радиолюбительской литературе К.П. Харченко в журнале "Радио", 1961 г., № 3, а ее разновидности многократно публиковались в последующие годы. Одна из простейших зигзагообразных антенн показана на рис. 4.6. В качестве мачты 1 используется деревянный брусок сече-

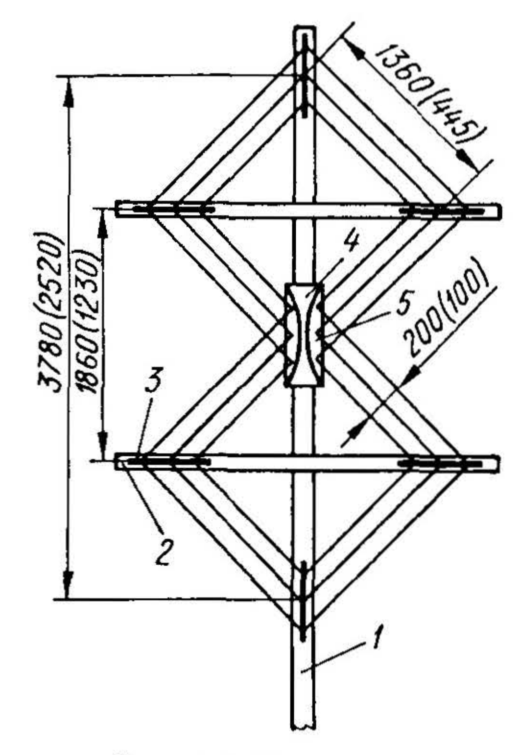


Рис. 4.6. Проволочная зигзагообразная антенна

нием 60×60 мм, к которому крепятся под углом 90° две рейки 2, выполненные из деревянных брусков сечением 40×40 мм. Рейки необходимо врезать в мачту заподлицо, а затем скрепить с ней болтами с гайками. В верхней и нижней частях мачты к ней крепятся гвоздями или шурупами две планки 3 из листовой меди, латуни или белой жести размерами 20×300 мм. Еще четыре такие же планки устанавливаются на концах реек, но эти планки изолируют от реек прокладками из гетинакса. К мачте посредине между рейками крепится пластина 4 из гетинакса размерами 80×300 мм, а к ней – две металлические пластинки 5 в форме сегментов радиусом 340 мм, хордой 300 мм и стрелой 35 мм. Ширина просвета между пластинками в наиболее узкой части должна получиться равной 10 мм.

Полотно антенны выполняется обмоточным, монтажным проводом или антенным канатиком произвольного диаметра, который в точках изгиба припаивается к планкам 3 и пластинкам 5. Полотно образовано тремя параллельными проводами с точками питания на пластинках 5. Верхняя и нижняя планки при работе антенны оказываются в точках нулевого потенциала во всем диапазоне принимаемых волн, что позволяет не изолировать их от мачты и обойтись без ССУ при использовании в качестве фидера 75-омного коаксиального кабеля. Кабель проходит по мачте вверх до нижней планки, затем прокладывается между проводами левой части зигзага к точкам питания. Здесь оплетка кабеля припаивается к левой пластинке, а центральная жила – к правой.

Размеры, показанные на рис. 4.6 без скобок, относятся к антенне, рассчитанной на прием телевизионного сигнала в диапазоне с первого по пятый телевизионный канал (диапазоны I и II). При этом согласование антенны с фидером характеризуется коэффициентом бегущей волны в фидере, превышающим 0,45, что соответствует передаче мощности сигнала к телевизору не менее 85 %. Коэффициент усиления антенны по диапазону изменяется в пределах 4,3...7,9 дБ с максимумом вблизи 3-го частотного канала.

Такая же антенна может быть выполнена для приема сигнала в диапазоне III (6–12-й каналы). Размеры такой антенны показаны на рисунке в скобках. Длина планок берется равной 150 мм, изоляционная пластина 4 – размерами 80×150 мм, а металлические пластины 5 в форме сегментов радиусом 97 мм, хордой 150 мм и стрелой 35 мм. В связи с тем, что относительная ширина этого диапазона меньше, согласование антенны с фидером получается лучше: коэффициент бегущей волны в фидере превышает 0,65 (к телевизору передается более 96 % принятой антенной мощности сигнала). Коэффициент усиления антенны изменяется по диапазону в пределах 4,8...6,9 дБ.

Антенна таких же размеров и с такими же характеристиками может быть получена, если вместо каждой из шести металлических планок установить на мачте и рейках по три ролика от электропроводки. При этом у каждой группы роликов провода полотна необходимо замкнуть между собой припайкой проволочных перемычек. Наконец, полотно антенны можно выполнить из металлической полосы шириной 120 мм (1–5-й каналы) или 70 мм (6–12-й каналы). Размеры антенны остаются прежними. Полотно этой конструкции может быть образовано из восьми полос, которые соединяются

по углам зигзага пайкой, или одной длинной полосой, которая перегибается по углам зигзага. От реек полосы по-прежнему изолируются.

Другой вариант зигзагообразной антенны показан на рис. 4.7. Антенна представляет собой металлическое кольцо или деревянный обруч с проложенным по поверхности обруча проволочным кольцом. Проволоку можно закрепить к поверхности деревянного обруча скобками. Кольцо или

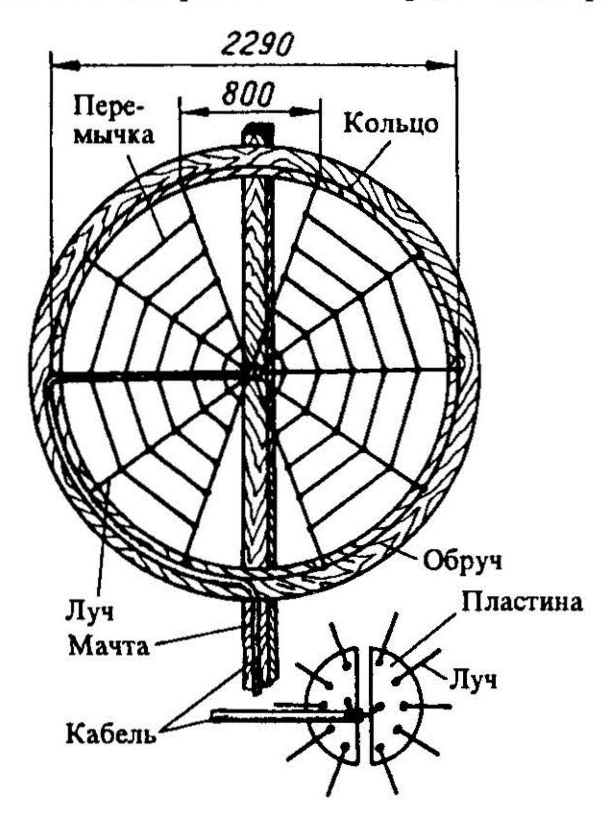


Рис. 4.7. Кольцевая зигзагообразная аитенна

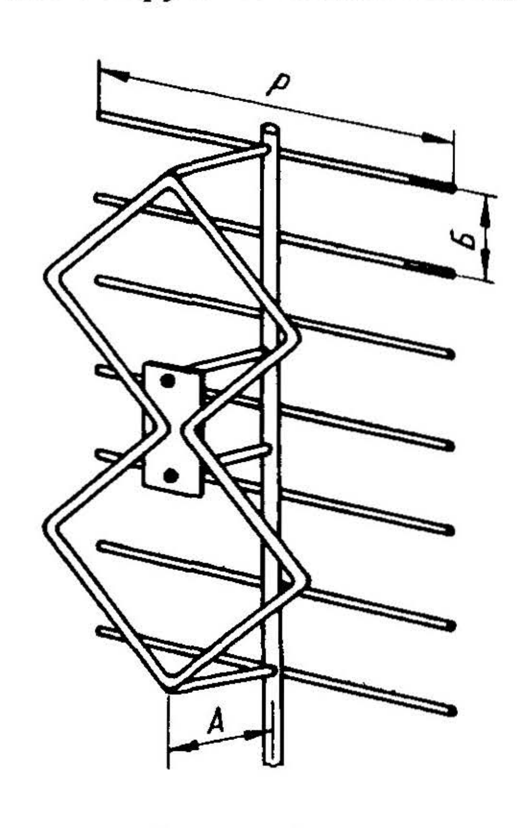


Рис. 4.8. Зигзагообразная антенна с рефлектором

обруч крепят на деревянной мачте. В центре кольца к мачте на изоляционном основании устанавливают две полукруглые металлические пластины, выполненные из листовой меди, латуни или белой жести радиусом 50 мм. Каждую пластину соединяют с кольцом пятью лучами, расположенными под одинаковыми углами. Затем лучи соединяют между собой пятью перемычками, расположенными также на одинаковом расстоянии одна от другой. Проволочное кольцо, лучи и перемычки можно изготовить из антенного канатика или медного провода диаметром 1,5...3,0 мм. Все соединеиия нужно тщательно пропаять. Прокладка и подключение кабеля, которое производится также без ССУ, показаны на том же рисунке.

Кольцевая зигзагообразная антенна указаниых размеров способна принимать сигналы всех 12 каналов метрового диапазона волн. Антенна удовлетворительно согласуется с 75-омным коаксиальным кабелем: на каналах с третьего по двенадцатый согласование хорошее, на первом и втором – несколько хуже. Коэффициент усиления антенны плавно нарастает при увеличении номера канала примерно от 0,5 дБ на первом канале до 11,5 дБ иа двенадцатом. Такое изменение коэффициента усиления соответствует необходимости, так как с уменьшением длины волны сигнала при постоянных напряженности поля и коэффициенте усиления антенны

напряжение сигнала на выходе антенны должно пропорционально уменьшаться.

Рассмотренные конструкции зигзагообразных антенн имеют два одинаковых лепестка диаграммы направленности в горизонтальной плоскости, максимумы которых направлены перпендикулярно плоскости полотна антенны. Таким образом, эти антенны принимают сигнал как спереди, так и сзади, подобно одиночному полуволновому вибратору, что создает опасность приема помех с заднего направления. Значительно улучшить работу зигзагообразной антенны можно за счет ее усложнения добавлением рефлектора (рис. 4.8). Рефлектор образован горизонтальными металлическими трубками, прикрепленными к мачте, а полотно антенны отодвинуто от плоскости рефлектора на некоторое расстояние А. В точках нулевого потенциала в верхней и нижней частях полотно антенны металлическими стойками крепят к мачте, которая также может быть металлической. В средней части такими же двумя стойками к мачте крепят изоляционную пластину, на которой закреплены углы полотна антенны в точках питания. Диаметр трубок рефлектора можно выбирать произвольно, а их длина Р для антенны 1–5-го каналов должна составлять 3100 мм, для антенны 6–12-го каналов 890 мм, расстояние между полотном антенны и плоскостью рефлектора А для 1–5-го каналов 600 мм, для 6–12-го каналов – 340 мм, расстояние между трубками рефлектора Б для антенны 1–5-го каналов должно быть 290 мм, для антенны 6–12-го каналов 193 мм. Размеры полотна антенны такие же, как на рис. 4.6. Таким образом, рефлектор содержит 14 трубок. Размеры изоляционной пластины выбирают произвольно. Кабель к этой антенне прокладывают следующим образом: по мачте вверх, по нижней стойке, затем по левой части антенного полотна до точек питания. Здесь оплетку припаивают к углу левой части полотна, а центральную жилу – к углу правой части.

Диаграмма направленности этой антенны имеет только один главный лепесток, а задний практически отсутствует. Согласование антенны 1–5-го каналов с фидером получается не очень хорошим, так как для его улучшения следовало бы увеличить расстояние А, но это конструктивно сложно. У антенны 6–12-го каналов согласование значительно лучше. Коэффициент усиления антенны 1–5-го каналов плавно нарастает от 7,8 дБ на первом канале до 14 дБ на пятом, а антенны 6–12-го каналов изменяются в меньших пределах от 7,8 до 10 дБ.

Еще одна зигзагообразная антенна показана на рис. 4.9. Она также содержит рефлектор и об-

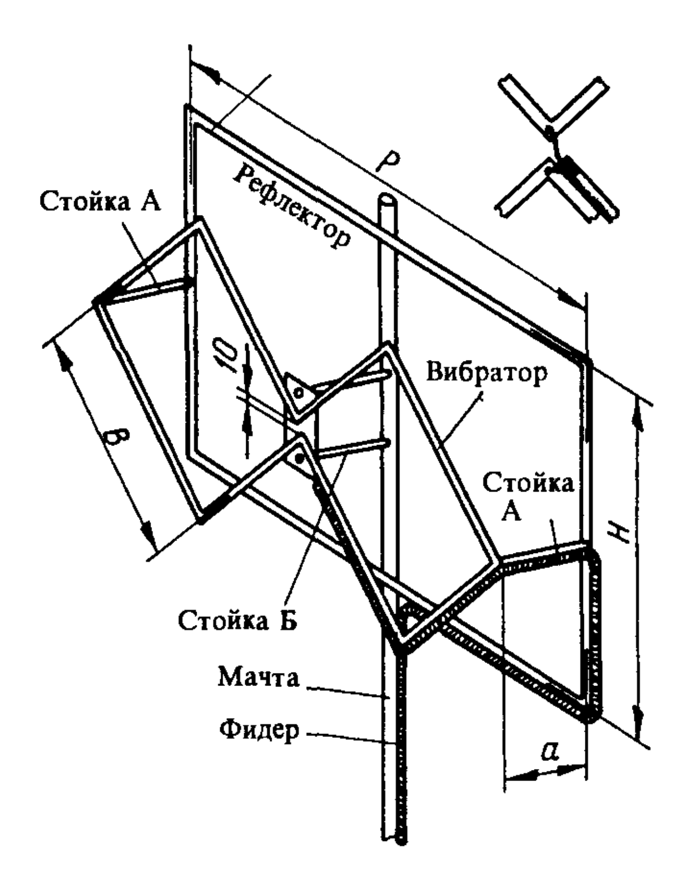


Рис. 4.9. Зигзагообразная антенна с рефлектором

ладает такими же характеристиками, как и предыдущая, но рассчитана на вертикальную поляризацию сигнала. Рефлектор этой антенны образован металлической рамой, закрепленной на металлической мачте. К раме припаивают 15 вертикально натянутых проводов диаметром 0,8...1,2 мм. Для улучшения согласования антенны с фидером ее размеры целесообразно выбирать конкретно для того частотного канала, сигнал которого будет приниматься этой антенной. При выборе размеров антенны под конкретный канал удается также получить больший коэффициент усиления антенны, чем при выполнении широкополосной антенны. Это особенно важно для антенны вертикальной поляризации, где напряженность поля обычно бывает меньше, чем при горизонтальной поляризации. Размеры антенны, показанной на рис. 4.9, приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Размеры зигзагообразной антенны с рефлектором, мм

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	1710	1450	1130	1025	950	510	485	465	450	430	415	400
P	4830	4090	3190	2890	2650	1430	1360	1310	1260	1210	1160	1120
H	2600	2200	1800	1600	1500	900	800	750	700	650	625	600
a	870	725	570	500	455	240	230	220	210	205	200	195

Если полотно антенны выполнено из металлической трубки диаметром 8...16 мм для 1–5-го каналов и 4...8 мм для 6–12-го каналов, по данным К.П. Харченко коэффициент усиления антенны составляет 9 дБ.

Сравнение зигзагообразных антенн с рамочными позволяет сделать следующие выводы. Конструктивно зигзагообразные антенны проще, легко могут быть изготовлены в домашних условиях из подручных материалов и не нуждаются в согласующем устройстве. Основное достоинство зигзагообразных антенн в том, что они могут быть выполнены широкополосными для использования там, где возможен прием нескольких телевизионных программ. Однако рамочные антенны имеют значительно меньшие габариты и при сравнимых размерах более эффективны.

4.6. АНТЕННЫ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ

Антеннами бегущей волны принято называть направленные антенны, вдоль геометрической оси которых распространяется бегущая волна принимаемого сигнала. Обычно антенна бегущей волны состоит из собирательной линии, к которой подключено несколько вибраторов, расположенных на одинаковом расстоянии один от другого. Наведенные электромагнитным полем ЭДС в вибраторах складываются в собирательной линии в фазе и поступают в фидер. Коэффициент усиления антенны бегущей волны определяется длиной собирательной линии и пропорционален отношению этой длины к длине волны принимаемого сигнала. Кроме того, коэффициент усиления антенны зависит от направленных свойств вибраторов, подключенных к собирательной линии. Хотя по определению к антеннам бегущей волны должны относиться и такие антенны, как антенны типа "Волновой канал", однако обычно их выделяют в отдельную группу. У

антенны "Волновой канал" один вибратор активный, остальные – пассивные, лишь переизлучающие принятую ими энергию сигнала, которая частично аккумулируется активным вибратором. У антенны бегущей волны все вибраторы активные, принятая ими энергия сигнала передается в собирательную линию. Если антенны "Волновой канал" являются узкополосными и способны эффективно принимать сигнал только по одному определенному частотному каналу, которому соответствуют их размеры, то антенны бегущей волны широкополосные и совершенно не нуждаются в настройке.

Одна из возможных конструкций телевизионных антенн бегущей волны, предложенная В.Д. Кузнецовым, показана на рис. 4.10. Собирательная линия образована двумя металлическими трубками диаметром 22...30 мм и

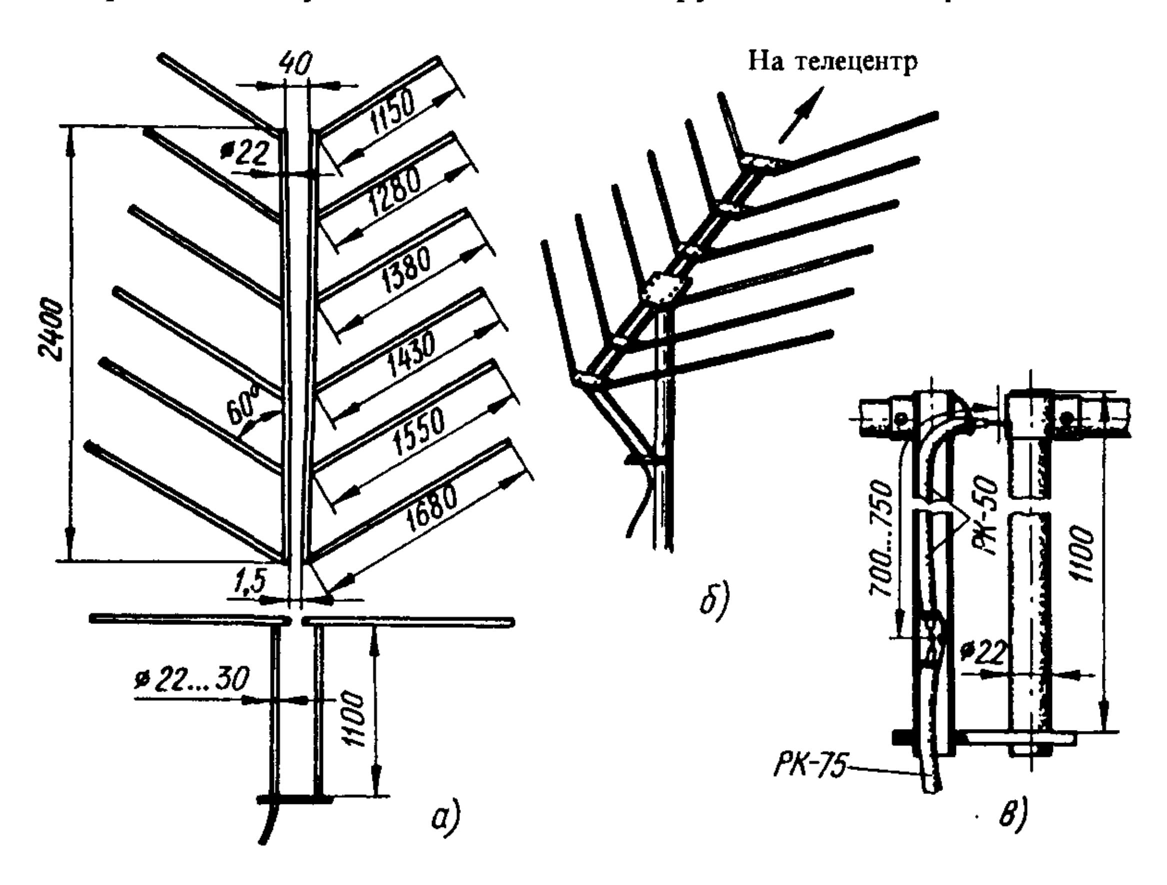


Рис. 4.10. Антенна бегущей волны

представляет собой двухпроводную линию переменного волнового сопротивления. Для этого она выполнена расходящейся под небольшим углом, что обеспечивается установкой небольших изоляционных пластинок из оргстекла между трубками собирательной линии у ее концов и в середине. К каждой из трубок собирательной линии под углом 60° присоединены трубки такого же диаметра, которые образуют шесть вибраторов, согнутых под углом 120°. Такие вибраторы обеспечивают значительное уменьшение заднего лепестка диаграммы направленности антенны, благодаря чему в большей части рабочего диапазона КЗД антенны оказывается не менее 14 дБ. Трубки собирательной линии скреплены между собой расположенными сверху и снизу пластинами из изоляционного материала, средняя из которых используется для укрепления антенны на мачте.

Фидер подключают к антенне с помощью короткозамкнутого шлейфа,

образованного двумя металлическими трубками с перемычкой в нижней части. Фидер в виде 75-омного кабеля входит внутрь левой трубки шлейфа снизу. К его концу подключен отрезок 50-омного кабеля, который служит трансформатором. Другой конец этого отрезка кабеля выходит через верхний конец левой трубки шлейфа. Здесь оплетка кабеля припаивается к левой трубке шлейфа, а центральная жила – к правой. Длина шлейфа 1100 мм и трансформатора 700 мм выбраны так, что в диапазоне 1–5-го каналов они соответствуют примерно 1/4 длины волны, а в диапазоне 6–12-го каналов – 3/4 длины волны, если брать среднюю длину волны этих диапазонов. Это обеспечивает приемлемое согласование антенны с фидером. Диаметр трубок, из которых выполнен короткозамкнутый шлейф, может быть произвольным. Антенна является 12-канальной с коэффициентом усиления на 1–2-м каналах 3,5 дБ, на 3–5-м каналах 4,6 дБ и на 6–12-м каналах 8 дБ.

4.7. ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ АНТЕННЫ

Направленные свойства большинства антенн изменяются при изменении длины волны принимаемого сигнала. У узкополосных антенн резко падает коэффициент усиления, а у широкополосных его изменение носит монотонный характер. Один из типов антенн с неизменной формой диаграммы направленности в широком диапазоне частот – антенны с логарифмической периодичностью структуры ЛПА. Эти антенны отличаются широким диапазоном: отношение максимальной длины волны принимаемого сигнала к минимальной превосходит десять. Во всем диапазоне обеспечивается хорошее согласование антенны с фидером, а коэффициент усиления практически остается постоянным.

Внешний вид ЛПА показан на рис. 4.11,а. Она образована собирательной линией в виде двух труб, расположенных одна над другой, к которым крепятся плечи вибраторов поочередно через один. Схематически такая антенна показана на рис. 4.11,б. Сплошными линиями изображены плечи вибраторов, соединенные с верхней трубой собирательной линии, а штриховой линией – соединенные с нижней трубой. Рабочая полоса частот антенны со стороны наибольших длин волн зависит от размеров наиболее длинного вибратора B1, а со стороны наименьших длин волн – от размера, наиболее короткого вибратора. Вибраторы вписа-

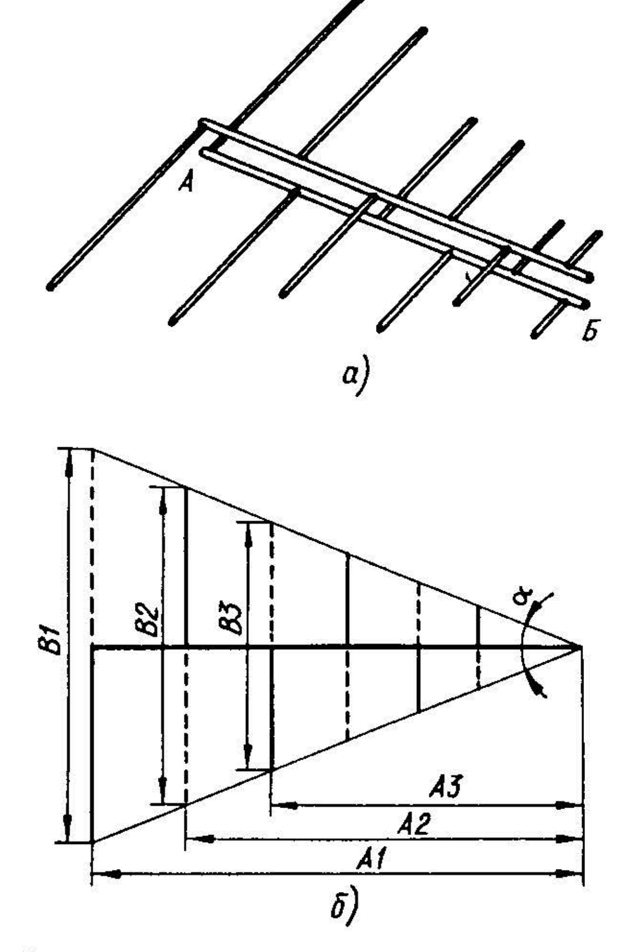


Рис. 4.11. Логопериодическая антенна

ны в равнобедренный треугольник с углом при вершине α и основанием, равным наибольшему вибратору. Для логарифмической структуры полотна антенны должно быть выполнено определенное соотношение между длинами соседних вибраторов, а также между расстояниями от них до вершины структуры. Это соотношение носит название периода структуры τ:

$$B_2/B_1 = B_3/B_2 = ... = A_2/A_1 = A_3/A_2 = ... = \tau.$$

Таким образом, размеры вибраторов и расстояния до них от вершины треугольника уменьшаются в геометрической прогрессии. Характеристики антенны определяются периодом структуры и углом при вершине описанного треугольника. Чем меньше угол α и чем больше период структуры τ (который всегда остается меньше единицы), тем больше коэффициент усиления антенны и меньше уровень заднего и боковых лепестков диаграммы направленности. Однако при этом увеличивается число вибраторов структуры, растут габариты и масса антенны. Поэтому при выборе угла и периода структуры приходится принимать компромиссное решение. Наиболее часто угол α выбирают в пределах 30...60°, а период структуры τ – в пределах 0,7...0,9.

Подключение фидера к ЛПА, показанной на рис. 4.11,а, производится без специального симметрирующего и согласующего устройства следующим образом. Кабель с волновым сопротивлением 75 Ом вводится внутрь нижней трубы с конца А и выходит у конца Б. Здесь оплетка кабеля припаивается к концу нижней трубы, а центральная жила – концу верхней трубы. В зависимости от длины волны принимаемого сигнала в структуре антенны возбуждаются несколько вибраторов, размеры которых наиболее близки к половине длины волны сигнала. Поэтому ЛПА по принципу действия напоминает несколько антенн "Волновой канал", соединенных вместе, каждая из которых содержит вибратор, рефлектор и директор. На данной длине волны сигнала возбуждается только одна тройка вибраторов, а остальные настолько расстроены, что не оказывают влияния на работу антенны. Это приводит к тому, что коэффициент усиления ЛПА оказывается меньше, чем коэффициент усиления антенны "Волновой канал" с таким же числом элементов, но зато полоса пропускания получается значительно шире.

Как видно из приведенных конструкций антенн бегущей волны и логопериодических, для достижения широкополосности используется принцип взаимной расстройки элементов антенны подобно тому, как в широкополосных усилителях расширение полосы пропускания достигается взаимной расстройкой контуров. Как для усилителей, так и для антенн можно считать общим принципом постоянство для данной конструкции произведения коэффициента усиления на полосу пропускания. Чем шире полоса пропускания, тем меньше коэффициент усиления при данных габаритах антенны.

В радиолюбительской литературе проводилось много различных вариантов ЛПА. Здесь можно предложить конструкцию ЛПА, рассчитанной на работу в диапазоне 12-метровых каналов, размеры которой сведены в табл. 4.8.

Таблица 4.8

Размеры 12-канальной ЛПА, мм

Номер вибратора	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В	3000	2520	2117	1778	1494	1255	1054	855	744	625
А	579	487	409	343	289	242	204	170	144	

В таблице приводится длина В каждого вибратора в соответствии с рис. 4.11,б, а также расстояние от данного вибратора до следующего – А. Собирательная линия образована двумя трубами диаметром 30 мм при расстоянии между осевыми линиями труб 45 мм. Антенна содержит 10 вибраторов (20 половинок), которые выполнены из трубок диаметром 8...15 мм. Расчет антенны проведен, исходя из значений угла при вершине описанного треугольника $\alpha = 45°$ и периода структуры $\tau = 0,84$. Расчетный коэффициент усиления антенны составляет 6 дБ, что соответствует увеличению напряжения сигнала на выходе этой антенны в 2 раза по сравнению с полуволновым вибратором. Коэффициент усиления практически не изменяется по диапазону. Длина труб собирательной линии составляет 2900 мм. Трубы немного выступают за точки установки самых коротких полувибраторов. Для обеспечения параллельности труб собирательной линии и их стяжки используют три пары брусков из оргстекла высотой 120 мм, шириной 50 мм и толщиной 25 мм, в которых делаются полуцилиндрические проточки глубиной 14 мм на расстоянии, соответствующем расстоянию между трубами. Каждая пара брусков стягивается винтами с гайками. Среднюю пару этих брусков устанавливают в центре тяжести антенны и крепят к мачте.

Антенна приведенной выше конструкции является плоской. Существуют также объемные конструкции логопериодических антенн, которые характеризуются тем, что трубы собирательной линии не параллельны, а разведены под некоторым углом. Вместо жестких вибраторов полотно антенны может быть выполнено из провода или антенного канатика. Описание конструкций двух таких антенн приводилось в журнале "Радио", 1960 г., № 8, а описание плоской упрощенной проволочной ЛПА – в журнале "Радио", 1963 г., № 5.

Но самая простая логопериодическая антенна может быть быстро выполнена из подручных материалов. Такая антенна показана на рис. 4.12 и рассчитана на прием телевизионных передач дециметрового диапазона с 24-го по 51-й канал. Несущая конструкция треугольной формы собирается из деревянных брусков квадратного сечения 15×15 мм. Бруски скрепляются между собой треугольными фанерными косынками, прибитыми к брускам с одной стороны треугольника гвоздиками. С другой стороны в бруски 1 и 2 вбиваются гвоздики на расстояниях от точки А, указанных на рисунке. Полотно антенны образуют два куска медного провода 6 диаметром 1–1,5 мм. Один кусок прямой формы прокладывается по бруску 4 до точки А, а второй, огибая гвоздики зигзагом, припаивается к прямому проводу в точке А и на пересечениях с ним. К вершине треугольника гвоздиками прибивается диск 5 из белой жести диаметром 40 мм с маленьким отверстием в центре. Антенна крепится к мачте из дерева или металла в центре тяжести, лежит в горизонтальной плоскости и вершиной треуголь-

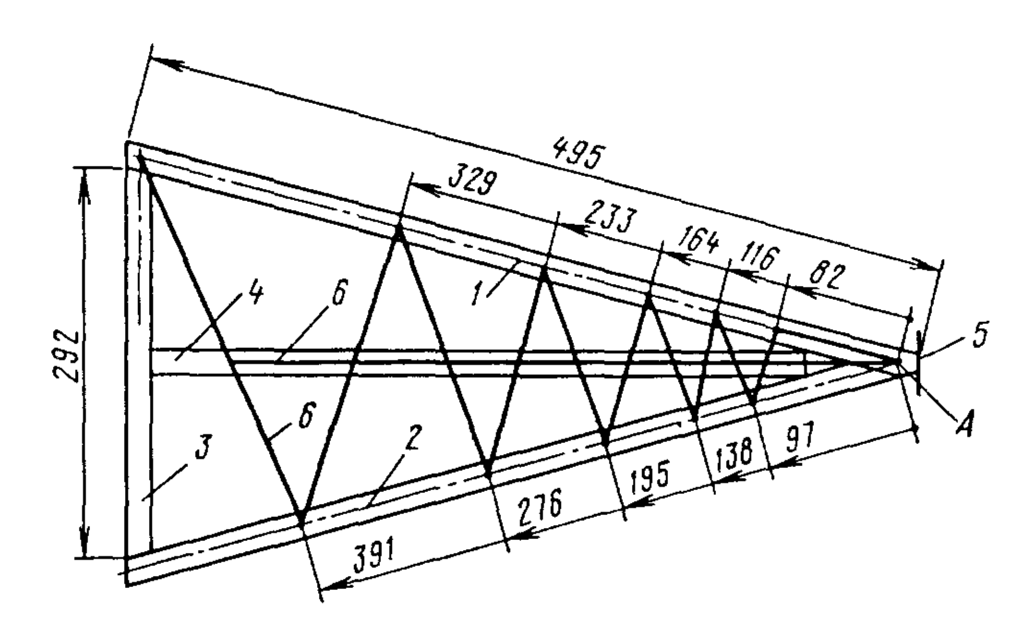


Рис. 4.12. Логопериодическая антенна ДМВ

ника направлена на передатчик. Полотно антенны располагается на верхней поверхности треугольника. Телевизионный кабель поднимается по мачте, подходит к середине бруска 3, подвязывается к бруску 4 по его нижней поверхности капроновой леской. В вершине треугольника оплетка кабеля припаивается к точке А, а центральная жила – к центру диска.

Аитенну можно выполнить комнатной или наружной. В комнатном варианте вместо мачты применяется вертикальная стойка на тяжелой подставке. Антенну в комнате необходимо тщательно ориентировать и подобрать место установки, так как часто, сдвигая антенну, удается значительно улучшить изображение. На равнинной местности такая наружная антенна обеспечивает уверенный прием телепередач на расстоянии до 30 км от телецентра, хотя имеются сообщения телезрителей, принимающих этой антенной дециметровые программы Останкинского телецентра на расстоянии 80 км при хорошем качестве изображения.

4.8. АНТЕННЫ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

В нашей стране и в большинстве других стран мира для телевизионного вещания принята горизонтальная поляризация излучаемых радиоволн. Поляризация излучаемой волны определяется положением передающей антенны, так как направление электрических силовых линий электромагнитного поля (вектор Е) совпадает с направлением тока в передающей антенне. В свободном пространстве один вид поляризации не имеет каких-либо преимуществ перед другим, они равноценны. Реальные же условия распространения электромагнитных волн горизонтальной или вертикальной поляризации оказываются не одинаковыми. При горизонтальной поляризации радиоволны легче преодолевают препятствия и проникают за линию горизонта за счет дифракции. Это приводит к увеличению радиуса уверенного приема сигнала. В условиях городской застройки, изобилующей вертикальными отражающими объектами в виде стен зданий, металлических и железобетонных столбов, водосточных труб, пожарных лестниц,

деревьев, сигналы горизонтальной поляризации претерпевают меньше отражений, вызывающих повторы на экранах телевизоров. Системы зажигания двигателей внутреннего сгорания автомототранспорта создают помехи с преобладанием вертикально поляризованной составляющей. Да и конструкции антенн для приема сигнала с горизонтальной поляризацией оказываются проще.

Тем не менее в последние годы все чаще вводят в строй телевизионные ретрансляторы, излучающие сигнал с вертикальной поляризацией. Это связано с тем, что для многопрограммного телевизионного вещания выделенных диапазонов частот уже не хватает, так как во избежание взаимных помех передатчики, работающие на одинаковых частотных каналах, должны располагаться один от другого на значительном расстоянии, около 500 км. Тогда, находясь в зоне уверенного приема одного передатчика, окажется невозможен прием помехи, создаваемой другим. Если же второй передатчик будет излучать сигнал другого вида поляризации, это расстояние можно значительно сократить. Ведь антенна горизонтальной поляризации принимает сигнал с вертикальной поляризацией во много раз слабее.

В принципе, любая антенна, рассчитанная на горизонтальную поляризацию сигнала, может принимать вертикально поляризованный сигнал, если эту антенну повернуть на 90° вокруг воображаемой оси, представляющей собой направление на передатчик. Так, вибраторы антенн "Волновой канал" для горизонтальной поляризации сигнала должны располагаться горизонтально. Для приема же сигнала с вертикальной поляризацией достаточно повернуть антенну так, чтобы ее вибраторы заняли вертикальное положение.

Трудности при приеме сигнала с вертикальной поляризацией состоят в том, что вблизи антенны в этом случае не должно находиться вертикально расположенных проводящих предметов. Поэтому, например, мачта, которая может быть металлической для антенны горизонтальной поляризации, в случае установки антенны вертикальной поляризации должна быть выполнена из хорошего диэлектрика, по крайней мере, если не вся мачта, то ее верхняя часть размером не менее длины волны принимаемого канала. Другой способ – установка антенны вертикальной поляризации на Г-образной опоре, что обеспечивает удаление антенны от вертикальной мачты. Фидер, симметрирующее и согласующее устройство поблизости от антенны также не должны быть расположены вертикально.

4.9. АНТЕННЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Некоторые заводы нашей промышленности выпускают телевизионные антенны коллективного и индивидуального пользования. Телевизионные антенны коллективного пользования в розничную продажу не поступают, а продаются оптом предприятиям, которые занимаются установкой этих антенн иа крышах зданий жилого и общественного фонда, а также монтажом антенных распределительных систем. Заявки на установку коллективных антенн подаются владельцам зданий. Коллективные антенны устанавливают только в зоне уверенного приема телевизионной передачи. В зависимости от напряженности поля в точке приема и от числа абонентов коллективной антенны ее комплектуют специальным усилительным устрой-

ством для того, чтобы обеспечить достаточно высокий уровень напряжения сигнала в магистрали, к которой подключены абонентские отводы. Это необходимо в связи с тем, что во избежание взаимных помех между телевизионными приемниками каждый абонентский отвод должен иметь слабую связь с магистралью коллективной антенны. Конструкции коллективных антенн могут быть рассчитаны на прием одной или нескольких программ в зависимости от того, сколько программ можно принимать в даниой местности.

Телевизионные антенны индивидуального пользования поступают в розиичную продажу в магазины радиотоваров или культтоваров. Там же можно приобрести коаксиальный кабель. В комплект наружной индивидуальной антенны обязательно входят руководство по эксплуатации и описание антенны с инструкцией по ее монтажу, включающее порядок сборки, установки и ориентирования антенны, рекомендации по срокам профилактических осмотров и ремонтов, а также указания по безопасности. В комплект может также входить опора (мачта) для установки антенны на крыше здания и коаксиальный кабель с номинальным значением волнового сопротивления 75 Ом длиной 15...25 м.

Наружные антенны коллективного и индивидуального пользования выпускают в соответствии с действующим стандартом ГОСТ 11289–80 "Антенны телевизионные приемные. Типы, основные параметры и общие технические требования". Условное обозначение всех антенн начинается с букв АТ – антенна телевизионная. В обозначении наружных антенн третья буква указывает назначение антенны: К – коллективная или И – индивидуальная. Четвертая буква указывает исполнение антенны: Г – для горизонтальной поляризации сигнала или В – для вертикальной поляризации. Если в обозначение входят буквы Г(В), это означает, что данная антенна пригодна для приема сигнала как с горизонтальной поляризацией, так и с вертикальной, если ее повернуть при установке на 90° относительно указанного в инструкции положения. Иногда в инструкции приводится рисунок, показывающий, как должна быть установлена такая антенна при той или другой поляризации. Далее через тире следует группа цифр: первая цифра указывает тип антенны, вторая – категорию сложности условий приема, третья – номер частотного канала, в полосе которого работает антенна, четвертая – порядковый номер разработки. Антенны подразделяют на 7 типов в зависимости от числа принимаемых радиоканалов или диапазонов частот: 1 – одноканальные антенны, работающие в полосе частот одного телевизионного канала, расположенного в I, II или III диапазоне частот; 2 – многоканальные антенны, работающие в полосах частот двух или нескольких каналов; 3 – широкополосные антенны, работающие в I и II диапазонах частот; 4 – широкополосные антенны, работающие в III диапазоне частот; 5 – широкополосные антенны, работающие в IV и IV диапазонах частот; 6 – широкополосные антенны, работающие в I–III диапазонах частот; 7 – широкополосные антенны, работающие во всех диапазонах. Условия приема делятся на три категории сложности: 1 – наиболее легкая, 2 – средней степени сложности и 3 – наиболее сложная. Конструкция и электрические параметры антенны соответствуют степени сложности приема. ГОСТ регламентирует значения коэффициента усиления и КЗД для каждого типа антенны и для каждой категории приема раздельно

для коллективных и индивидуальных антенн. Требования к индивидуальным антеннам ниже, значения коэффициента усиления для индивидуальных антенн категории приема 1 не нормированы. Согласно этим требованиям наибольшим усилением должны обладать индивидуальные антенны типа 1 для категории приема 3: в диапазонах I и II – не менее 6,5 дБ, в диапазоне III – не менее 9,5 дБ.

В связи с тем, что индивидуальные телевизионные антенны промышленного изготовления обладают сравнительно небольшим коэффициентом усиления, их можно использовать только в зоне прямой видимости, но не далее чем на расстоянии, составляющем примерно 70 % расстояния, соответствующего границе прямой видимости. Для уверенного приема телевизионных передач в дальней части зоны прямой видимости и в зоне полутени антенны промышленного изготовления непригодны из-за недостаточного коэффициента усиления. В этих условиях любители дальнего приема телевидения используют самодельные антенны с повышенным коэффициентом усиления.

Рассмотрим еще одну антенну промышленного изготовления, которая была разработана до введения ГОСТ 11289–80, поэтому ее обозначение отличается от установленного этим стандартом, – АТВК-7/6-12 (антенна телевизионная "Волновой канал" семиэлементная, рассчитанная на прием передач в диапазоне 6–12-го каналов). Внешний вид антенны и ее размеры показаны на рис. 4.13. Антенна содержит широкополосный петлевой

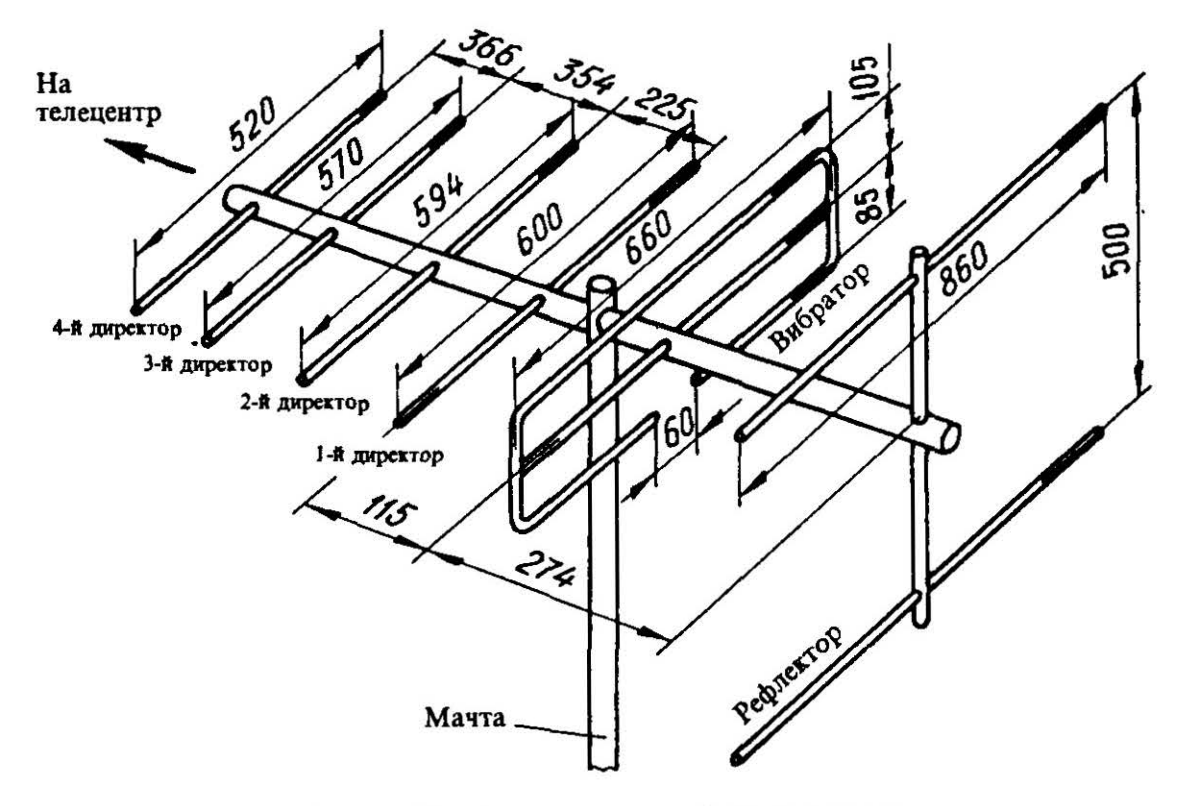


Рис. 4.13. Антенна типа АТВК-7/6-12

вибратор из трех параллельных трубок, рефлектор и четыре директора. Конструкция вибратора расширяет полосу пропускания антенны, а также увеличивает ее входное сопротивление, что благотворно сказывается на согласовании антенны с фидером. Сдвоенный рефлектор значительно увеличивает КЗД антенны. Фидер подключается к концам вибратора с

помощью симметрирующей петли длиной 480 мм. Коэффициент усиления этой антенны во всем диапазоне частот оказывается не менее 8 дБ, неравномерность коэффициента усиления по диапазону не превышает 1,6 дБ. Коэффициент защитного действия антенны не менее 30 дБ. Согласование антенны с фидером характеризуется коэффициентом бегущей волны в фидере, который находится в пределах 0,7...0,8, что соответствует передаче мощности сигнала, принятого антенной, в фидер не менее 97 %. Антенну АТВК-7/6-12 широко используют в качестве коллективной в тех случаях, когда имеется возможность приема нескольких телевизионных программ, которые передаются в диапазоне III, т. е. на каналах с шестого по двенадцатый. Антенну можно также использовать и в качестве индивидуальной в аналогичных условиях приема.

Наконец, необходимо рассмотреть широкополосную 12-канальную антенну ТАИ-12, показанную на рис. 4.14, которая представляет собой веерный вибратор с симметрирующим короткозамкнутым мостиком. Плечи вибратора образованы парами металлических трубок, расположенных одна относительно другой под углом 40°. Если бы оба плеча вибратора лежали в одной плоскости, антенна принимала бы сигналы с двух противоположных направлений, перпендикулярных плоскости антенны. Кроме того, из-за того, что полная длина вибратора на 6–12 каналах превышает длину волны этих каналов, происходило бы раздвоение главного лепестка диаграммы направленности с образованием боковых лепестков. Это привело бы к ослаблению сигнала, поступающего с главного направления, и к увеличению помех с других направлений. Для устранения этих явлений плечи веерного вибратора поворачиваются в направлении на передатчик так, чтобы при виде сверху они образовали угол в 120°. Фидер из 75-омного кабеля заводится внутрь одной из трубок мостика и подключается к точкам питания вибратора через трансформатор, выполненный из отрезка коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 92 Ома длиной 700 мм для улучшения согласования. В нижней части трубки мостика замыкаются между собой металлической перемычкой, передвигая которую, добиваются лучшего приема.

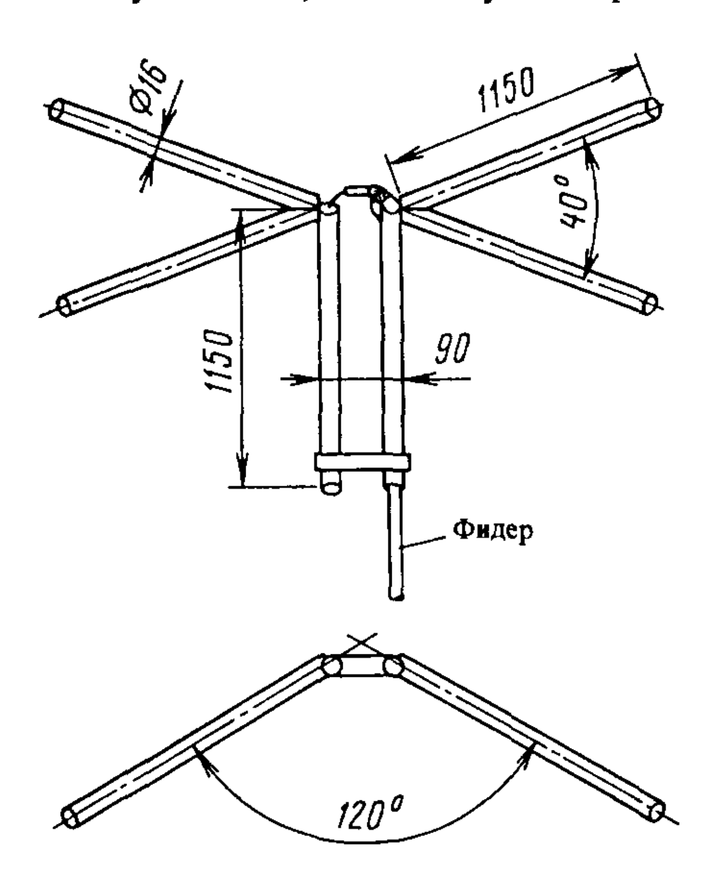


Рис. 4.14. Антенна ТАИ-12

На каналах с первого по пятый веерный вибратор аналогичен простейшему полуволновому вибратору, а на каналах с шестого по двенадцатый его коэффициент усиления составляет около 1,5 дБ.

Простота конструкции антенны ТАИ-12 допускает ее изготовление самостоятельно. Трубки веерного вибратора и мостика с наружным диаметром в пределах от 15 до 20 мм могут быть из любого металла, но предпочтительнее использовать медь или латунь, которые легче подвергаются пайке. Антенна устанавливается на деревянной или металлической мачте и крепится к ней за правую трубку мостика хомутиками. При этом мачта не должна находиться между трубками мостика. Самодельную антенну можно выполнить без трансформатора: 75-омный кабель фидера пропускается внутри правой трубки мостика доверху, где оплетка кабеля припаивается к правой трубке мостика, а центральная жила – к левой.

4.10. УСТАНОВКА НАРУЖНЫХ АНТЕНН

При установке наружных антенн необходимо неукоснительно соблюдать меры техники безопасности. Люди, устанавливающие антенны, должны быть обучены приемам освобождения человека, попавшего под напряжение, уметь практически применять приемы искусственного дыхания, оказывать первую помощь при несчастных случаях. При наличии ограждений на крутых (более 30°) крышах необходимо проверять прочность этих ограждений. Выход на такие крыши разрешается в галошах или резиновых сапогах с надетыми предохранительными поясами с прочной веревкой, закрепленной одним концом к поясу, а другим – к прочным стропилам. При этом обязательно наличие на чердаке второго человека, который должен страховать находящегося на крыше поддержанием веревки в натянутом состоянии и при и необходимости оказать ему немедленную помощь. Выход на крыши, не имеющие ограждений, без предохранительных поясов и страховочных веревок запрещается. Выход на некрутые крыши, имеющие ограждения, допускается без предохранительных поясов в резиновой обуви. Такая обувь необходима по двум причинам: если крыша металлическая, резиновая обувь предохранит от поражения электрическим током при случайном прикосновении к токонесущим проводам, а также от скольжения по любой наклонной кровле. Работа на крышах во время грозы, при сильном ветре или морозе запрещена.

При работах на чердаках запрещается пользоваться открытым огнем (спичками, свечами) и курить. При необходимости освещения следует использовать переносные электролампы или электрические фонари.

При использовании лестниц и стремянок каждый раз перед работой необходимо проверять их прочность и исправность. Все металлические и деревянные лестницы должны иметь на концах брусьев резиновые башмаки. Длина лестницы должна быть такой, чтобы работающий мог стоять не выше третьей ступеньки, считая сверху. При работе на лестнице или стремянке необходимо следить, чтобы под ними не было людей. Вести работу, стоя вдвоем на одной лестнице, запрещено.

Питание электроинструмента и переносных ламп пониженного напряжения должно осуществляться через понижающий трансформатор с заземленными корпусом и вторичной обмоткой. Использование автотрансформаторов не допускается. Корпус электроинструмента, работающего при напряжении выше 36 В, должен быть заземлен. Заземление допускается выполнять подключением к зачищенным поверхностям труб водопроводной сети и к

металлическим конструкциям лифтов. Подключение заземления к трубам газовой сети категорически запрещается.

При выборе места установки антенны на крыше необходимо избегать близости дымовых и вентиляционных труб, так как выходящие газы оказывают разрушающее действие на металл антенны. Мачта антенны должна быть расположена на скате крыши, обращенном к двору, а не к улице. Место установки антенны должно быть выбрано так, чтобы при случайном падении антенны мачта не коснулась проводов электросети, радиотрансляции или телефона.

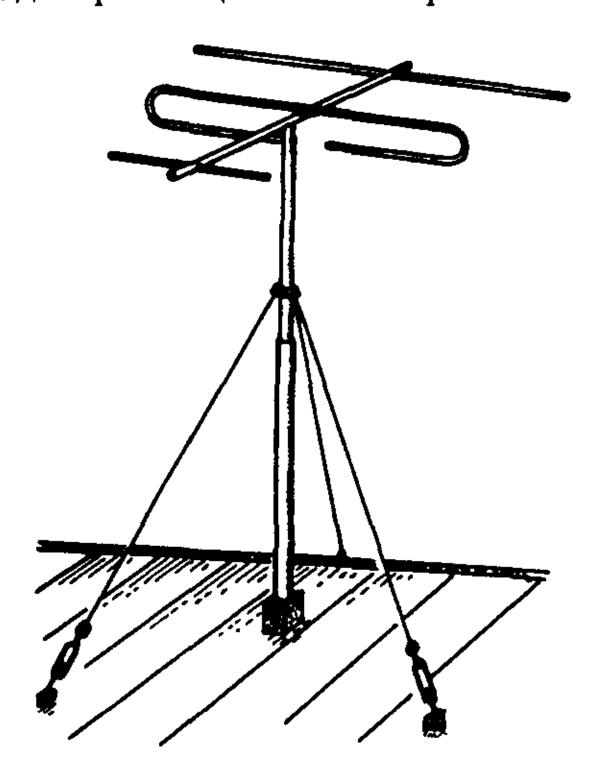


Рис. 4.15. Установка антеины на крыше

Антенну на крыше рекомендуется устанавливать так, как показано на рис. 4.15 с использованием подпятника и шарнирного соединения с ним мачты. Подпятник и опоры оттяжек крепят через кровлю к стропилам. Оттяжки винтовыми стяжными устройствами крепят к кольцу, установленному на уступе мачты. Это позволяет поворачивать антенну при ее ориентировании. Для этого мачту выполняют составной, чтобы верхнюю часть можно было бы вращать внутри нижней, а после ориентирования закреплять в установленном положении.

Шарнирное соединение антенной мачты с подпятником позволяет легко поднять мачту на крыше, как это показано на рис. 4.16. После

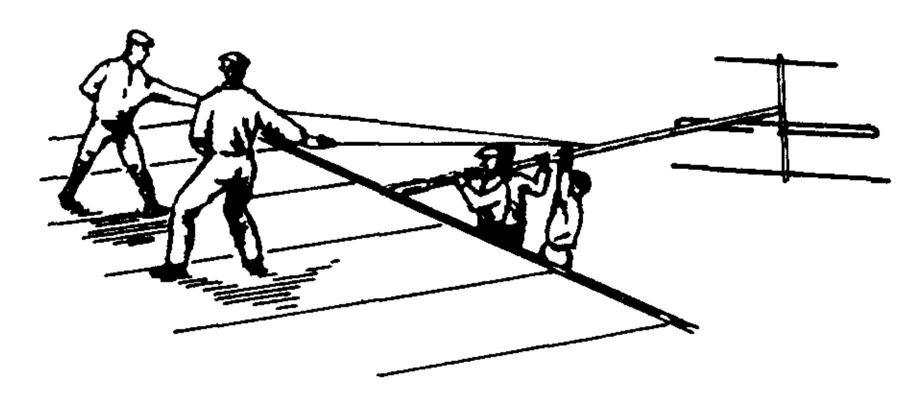


Рис. 4.16. Подъем мачты с антенной

установки мачты в вертикальное положение ее предварительно крепят оттяжками, а затем их натягивают стяжными устройствами при контроле вертикального положения мачты.

В сельской местности мачту антенны можно устанавливать непосредственно на земле вблизи от дома. При этом мачта обычно имеет значительную высоту и массу, что сильно затрудняет ее подъем. В этом случае также удобно использовать подобие шарнира. Мачту укладывают на землю так, чтобы ее нижний конец находился в точке установки. Если мачта

металлическая, к этому концу приваривается кусок трубы перпендикулярно мачте. При деревянной мачте к ней скобками крепят круглое полено и четыре оттяжки, две из них в натянутом состоянии крепят к металлическим штырям, забитым в землю с противоположных сторон от точки установки мачты. Эти штыри должны располагаться на одной прямой линии с точкой установки мачты в направлении, совпадающем с направлением приваренной к мачте трубы или прибитного полена. Эти две оттяжки будут препятствовать мачте валиться вбок при ее подъеме. После этого за одну из свободных оттяжек с помощью стрелы мачту поднимают, вращая вокруг опоры. Придерживая мачту за вторую свободную оттяжку, ее предохраняют от падения в противоположную сторону. Чтобы опора не смещалась при подъеме мачты в направлении приложения силы, ее фиксируют двумя колышками, забитыми в землю. При подъеме тяжелой мачты для тяги можно использовать трактор.

При установке антенны на высокой мачте в сельской местности необходима ее грозозащита, иначе имеется опасность поражения молнией антенны и телевизионного приемника, а иногда и людей. Если элементы антенны гальванически соединены между собой и с металлической мачтой, для грозозащиты достаточно надежно заземлить мачту у ее основания. Для этого рядом с мачтой выкапывается узкая траншея глубиной 0,5...0,8 м и длиной 2...3 м. В траншее забиваются в землю штыри длиной не менее 1,5 м, изготовленные из стальной трубы. Мачта соединяется со штырями стальной полосой толщиной не менее 2 мм с помощью сварки. После этого в траншею засыпается несколько килограммов поваренной соли, наливается ведро воды, а затем траншея закапывается.

При деревянной мачте для соединения антенны с заземлением можно использовать оплетку коаксиального кабеля, который служит фидером. При этом необходимо проверить, соединена ли оплетка кабеля с элементами антенны, так как в некоторых конструкциях такое соединение отсутствует. Так, при использовании полуволновой симметрирующей петли или U-колена оплетку фидера можно соединить с точкой нулевого потенциала петлевого вибратора. Надежней все же вместо использования оплетки кабеля проложить вдоль мачты отдельную медную шину, заземлив ее с одной стороны и соединив со стрелой антенны. Если используется диэлектрическая стрела антенны, элементы антенны нужно специально соединить между собой в точках нулевого потенциала.

Лучшая грозозащита осуществляется установкой на вершине мачты металлического вертикально расположенного заостренного штыря такой длины, чтобы его острие располагалось хотя бы на 1,5 м выше антенны.

5. НАРУЖНЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ ДАЛЬНЕГО ПРИЕМА

5.1. ОСОБЕННОСТИ ДАЛЬНЕГО ПРИЕМА

Основная особенность дальнего приема телевизионных передач состоит в низком уровне напряженности поля принимаемого сигнала из-за большого расстояния между передающей и приемной антеннами в дальней части зоны прямой видимости и из-за затенения поверхностью земли за границей зоны прямой видимости – в зоне полутени. По мере удаления от передатчика напряженность поля монотонно уменьшается, но в зоне полутени это уменьшение становится более резким. В зоне прямой видимости увеличение расстояния от передатчика сопровождается уменьшением плотности потока мощности сигнала (уменьшается густота силовых линий поля) просто хотя бы потому, что увеличивается длина окружности с увеличением ее радиуса. За границей зоны прямой видимости напряженность поля определяется почти исключительно дифракцией и нормальной рефракцией радиоволн.

Другая особенность дальнего приема заключается в наличии помех от других телевизионных передатчиков, работающих на том же или на соседнем частотном канале. Для ослабления таких помех действующими нормами установлены минимальные расстояния между передатчиками: около 500 км между передатчиками, работающими на одинаковых каналах, и около 300 км между передатчиками, работающими на соседних по частоте каналах. Тем не менее в условиях дальнего приема такие помехи имеют место и приходится использовать специальные меры для их ослабления.

В условиях дальнего приема сильное влияние на уровень напряженности поля оказывает погода. В случае тумана, дождя или снега резко увеличивается поглощение энергии сигнала в пространстве, особенно в диапазоне дециметровых волн, и прием иногда вообще становится невозможен.

Важное значение имеет поверхность на трассе, над которой распространяется сигнал. Сплошные и протяженные леса ухудшают условия распространения, над равниной, болотами и особенно над морем сигнал распространяется лучше. Очень плохими оказываются условия приема телевизионных передач в горных условиях, где границы зоны прямой видимости не зависят от расстояния до передатчика, а целиком определяются местным рельефом. Естественно, что и на равнинной местности встречаются холмы и долины. При этом даже на сравнительно близком расстоянии от передатчика, когда пункт приема расположен в долине, напряженность поля может оказаться достаточно низкой. Поэтому нельзя ориентироваться исключительно на расстояние до телецентра или ретранслятора, а следует учитывать рельеф местности.

Одна из особенностей дальнего приема – наличие замираний сигнала, т. е. регулярных изменений напряженности поля. В зоне полутени, где уровень напряженности поля сильно зависит от нормальной рефракции,

наблюдаются суточные и сезонные изменения напряженности поля. При ясной погоде в дневное время рефракция радиоволн возрастает, и напряженность поля увеличивается. Как правило, напряженность поля увеличивается также летом. Такие медленные замирания особенно заметны на высокочастотных каналах: в диапазоне 6–12-го каналов и в дециметровом диапазоне. Помимо медленных наблюдаются также и быстые замирания, период которых не превышает часа. Такие замирания связаны с наличием местных возмущений атмосферы на трассе при порывах ветра, наличием отдельных облаков или, наоборот, просветов в сплошной облачности. Быстрые замирания в условиях дальнего приема бывают достаточно глубокими, порой напряженность поля может изменяться в десятки раз.

Низкий уровень напряженности поля сигнала в условиях дальнего приема телевизионных передач диктует необходимость установки высокоэффективной антенны с большим коэффициентом усиления, так как напряжение принимаемого сигнала на выходе антенны определяется произведением напряженности поля на коэффициент усиления антенны. В связи с тем, что радиус зоны прямой видимости определяется высотой расположения приемной антенны, в дальней части зоны прямой видимости и в зоне полутени напряженность поля в точке приема зависит от высоты расположения антенны, причем зависимость эта оказывается примерно пропорциональной: при увеличении высоты антенной мачты вдвое напряженность поля также увеличивается в 2 раза. Поэтому всегда целесообразно использовать антенную мачту максимально возможной высоты. Установка приемной антенны с большим коэффициентом усиления на высокой мачте обеспечит увеличение напряжения сигнала на выходе антенны как при устойчивом уровне напряженности поля, так и в условиях замираний.

Для борьбы с замираниями сигнала все радиоприемники, радиовещательные и телевизионные, снабжаются системой автоматической регулировки усиления АРУ, которая уменьшает усиление приемного тракта при увеличении сигнала на входе и увеличивает усиление при его уменьшении. Однако система АРУ способна противостоять замираниям только в тех случаях, когда минимальный сигнал оказывается все-таки больше порога чувствительности приемника. Такой уровень напряжения сигнала на входе телевизионного приемника и должна обеспечить используемая антенна.

5.2. МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЕ АНТЕННЫ "ВОЛНОВОЙ КАНАЛ"

Ранее уже были рассмотрены достоинства и недостатки многоэлементных антенн типа "Волновой канал" и в любительских условиях не рекомендовалось заниматься изготовлением таких антенн. В условиях дальнего приема допустимо использование многоэлементных антенн "Волновой канал" промышленного производства. Тогда есть вероятность того, что антенна настроена заводом-изготовителем.

В радиолюбительской литературе часто публикуются описания конструкций самодельных многоэлементных антенн "Волновой канал", приводятся их коэффициенты усиления и рекомендуются такие антенны для использования в условиях дальнего приема. Не подвергая сомнениям результаты, полученные авторами этих конструкций, хотелось бы заме-

тить, что оценка пригодности той или иной конкретной конструкции антенны может быть сделана только при многократном повторении этой конструкции, а не по единичному результату. Отклики же радиолюбителей, которые пытались изготовить и установить подобные антенны, в большинстве случаев оказываются отрицательными, что свидетельствует о плохой повторяемости этих конструкций антенн. Кроме того, необходимо учесть, что отнюдь не все эксперименты по созданию многоэлементных антенн заканчиваются соответствующими публикациями. Естественно, что в тех случаях, когда получались плохие результаты, они не находили отражения в литературе. В то же время по многочисленным откликам повторяемость рамочных антенн оказывается очень высокой, да и коэффициент усиления этих антенн значительно больше. Это и вынуждает рекомендовать в условиях дальнего приема применение рамочных антенн вместо антенн "Волновой канал".

5.3. МИФЫ О "ЧУДЕСНЫХ" АНТЕННАХ

Телевизионные антенны, предназначенные для дальнего приема передач, как правило, отличаются большими габаритами и сравнительно сложной конструкцией. Особенно большие габариты имеют антенны, рассчитанные на прием сигнала по первому и второму частотным каналам, которые являются самыми длинноволновыми в диапазоне, отведенном для телевидения. Поэтому каждый любитель дальнего приема телевизионных программ стремится найти такую конструкцию антенны, которая обладала бы большим коэффициентом усиления и в то же время имела минимальные габариты и простейшую конструкцию. Подобные требования противоречивы и не могут быть выполнены, так как в природе за все приходится "платить": в данном случае за увеличение коэффициента усиления приходится платить увеличением габаритов антенны. Кроме того, возникает естественное возражение: если бы можно было создать такую антенну, кто бы стал строить крупногабаритные антенны?

Тем не менее некорректный спрос рождает соответствующие предложения. Поэтому время от времени в периодической литературе появляются статьи с описаниями чудодейственных антенн, позволяющих получить уверенный прием телевизионных передач на очень больших расстояниях от телецентра при малых размерах и простой конструкции антенн. Некоторые конструкции таких антенн содержат жидкую ртуть или металлические опилки. Подобные сообщения вызваны заблуждением или недобросовестностью авторов статей и технической неграмотностью редакторов. Благодаря поверхностному эффекту высокочастотные токи сигнала, принятого антенной, протекают исключительно по тончайшему поверхностному слою металла антенны, толщина которого не превышает сотых долей миллиметра. Свойства глубинных слоев материала совершенно не влияют на работу антенны. Антенны, элементы которых выполнены из сплошного прутка, из трубок или даже из тонкой фольги, наклеенной на деревянные бруски, работают совершенно одинаково при одинаковых наружных размерах. При проверках указанных сообщений оказывается, что конструктор такой антенны принимал сигнал близкорасположенного ретранслятора, который транслировал передачу далеко расположенного телецентра, или имел место

случайный сверхдальний прием благодаря благоприятно сложившимся условиям распространения сигнала. Когда же такая антенна проверялась на прием известного телевизионного передатчика, никаких чудес, естественно, не обнаруживалось.

Предпринимались также попытки добиться резкого уменьшения размеров антенны по сравнению с длиной волны принимаемого канала. В одной из статей предлагалось поместить приемную антенну в коробку из оргстекла, наполненную дистиллированной водой. Исходя из того, что вода обладает диэлектрической проницаемостью, равной 80, длина волны в воде должна быть в 9 раз короче, чем в воздухе. Поэтому размеры такой антенны должны быть также в 9 раз меньше, чем в воздухе. Однако при этом упускалось из виду, что для действительного проявления такого эффекта антенна должна находиться в свободной и равномерной среде, а для этого размеры сосуда с водой должны быть хотя бы в несколько раз больше длины волны. Тогда действительно в сосуд можно поместить малогабаритную антенну.

В периодической печати иногда приводятся самые разные конструкции антенн нетрадиционного устройства с использованием различных цилиндрических или конических пружин, а также и других экзотических элементов. Телевизионный прием на такие антенны, конечно, возможен, как возможен он на любой кусок обычного провода. Но ожидать каких-то улучшенных характеристик подобных антенн или какого-то эффекта от их применения не следует. Всегда затраты времени и средств на изготовление и установку таких антенн оказываются напрасными.

Часто некоторые радиолюбители или любители дальнего приема телевизионных программ спрашивают, можно ли установить телевизионные антенны нетрадиционной конструкции, не противоречит ли их установка действующим законам и положениям. В нашей стране, как впрочем и во всем мире, никаких запретов на конструкции приемных антенн нет. Можно устанавливать антенны любой конструкции, если вообще разрешается установка индивидуальных антенн на крыше. Дело в том, что на крышах зданий, оборудованных коллективными телевизионными антеннами, установка индивидуальных антенн запрещена, исходя из архитектурно-эстетических соображений. В отдельных же случаях по ходатайствам местного радиоклуба зарегистрированным радиолюбителям районный архитектор может разрешить установку индивидуальной антенны, необходимой для работы.

Отдельно следует предостеречь радиолюбителей от постройки телевизионных антенн с использованием ртути. Дело в том, что работа с открытой ртутью чрезвычайно опасна. Ртуть легко испаряется на воздухе при комнатной температуре даже через значительный слой воды. Пары ртути очень ядовиты, и их вдыхание даже при малых концентрациях приводит к опасным отравлениям. Хранение ртути допускается только в герметических металлических сосудах. Использовать сосуды из стекла категорически запрещается, так как они легко бьются. Пролитую ртуть нужно тщательно собрать, не касаясь ее руками, так как она всасывается в кожу. Особенно необходимо беречь детей от контактов с ртутью, так как они могут трогать ее руками и даже брать в рот.

5.4. СИНФАЗНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ

Синфазная антенная решетка представляет собой сложную направленную антенную систему, состоящую из отдельных слабонаправленных антенн, разнесенных в пространстве и расположенных таким образом, что фазы наведенных в них сигналов оказываются одинаковыми. Антенны в решетке соединяют между собой, они должны работать на общую согласованную нагрузку. Как правило, синфазную решетку собирают из одинаковых антенн, расположенных в несколько рядов и несколько этажей. Схема соединения антенн решетки должна быть составлена так, чтобы не нарушалась синфазность сигналов, поступающих от каждой антенны в нагрузку, так как только при одинаковых фазах этих сигналов они будут складываться. Кроме того, схема соединения антенн решетки одновременно должна обеспечивать их согласование с нагрузкой, так как при рассогласовании общего входного сопротивления решетки с сопротивлением нагрузки часть энергии принятого антеннами сигнала отразится от нагрузки и будет излучаться обратно в пространство, что приведет к уменьшению коэффициента усиления антенной решетки.

Использование вместо одной антенны нескольких таких же антенн, соединенных в синфазную решетку, приводит к увеличению сигнала на выходе такой антенной системы, сужению диаграммы направленности и в результате к увеличению коэффициента усиления по сравнению с коэффициентом усиления одиночной антенны, входящей в состав решетки. Увеличение коэффициента усиления синфазной антенной решетки происходит за счет двух факторов.

Во-первых, в каждой антенне решетки электромагнитным полем принимаемого передатчика наводится сигнал определенной мощности, той самой, которая наводилась бы в одиночной антенне данного типа, а затем мощности сигналов, принятых всеми антеннами, складываются в нагрузке. Поэтому результирующая мощность сигнала на выходе синфазной решетки во столько же раз больше мощности сигнала на выходе одиночной антенны того же типа, сколько антенн содержится в решетке. В связи с тем, что сопротивление нагрузки остается неизменным, независимо от того, используется одна антенна или несколько, напряжение результирующего сигнала на выходе синфазной решетки увеличивается по сравнению с напряжением сигнала на выходе одиночной антенны того же типа не во столько раз, сколько антенн содержится в решетке, а в число, равное корню квадратному из числа антенн. Так, при наличии в решетке четырех антенн мощность сигнала на выходе решетки увеличивается в 4 раза, а напряжение – в 2 раза (на 6 дБ), при девяти антеннах мощность увеличивается в 9 раз, а напряжение сигнала – в 3 раза (на 9,5 дБ) и т. д. Соответственно увеличивается коэффициент усиления синфазной решетки по сравнению с коэффициентом усиления одиночной антенны.

Во-вторых, поперечные размеры антенной решетки относительно направления, с которого приходит сигнал, больше поперечных размеров одиночной антенны. Иначе говоря, при использовании синфазной решетки увеличивается поверхность абсорбции антенны, та поверхность, из которой антенна поглощает мощность электромагнитного поля. Это приводит к сужению диаграммы направленности антенной системы, что эквивалентно

дополнительному увеличению коэффициента усиления антенны, т. е. дополнительному увеличению напряжения сигнала на выходе решетки. Сужение диаграммы направленности решетки обусловлено тем, что только те сигналы, которые принимает каждая антенна с главного направления, перпендикулярного плоскости решетки, оказываются синфазными. Сигналы же, приходящие под углом к главному направлению, поступают к антеннам решетки, разнесенным в пространстве, не одновременно, а со сдвигом во времени или по фазе. Таким образом, сигналы, приходящие под углом, за счет разности хода наводят в антеннах решетки напряжения, сдвинутые по фазе, которые складываются геометрически, как векторы. Их геометрическая сумма оказывается меньше арифметической суммы напряжений, наведенных в антеннах решетки сигналами, приходящими с главного направления. Чем больше поперечные размеры решетки, тем больше разность хода сигналов, приходящих под тем же самым углом к главному направлению, и тем больше сдвиг фаз, т. е. меньше результирующий сигнал. Следовательно, с увеличением поверхности абсорбции сужается диаграмма направленности и увеличивается коэффициент усиления синфазной решетки. Увеличение вертикального размера решетки сужает диаграмму направленности в вертикальной плоскости, увеличение горизонтального размера решетки сужает диаграмму направленности в горизонтальной плоскости. Теоретически увеличение поверхности абсорбции вдвое должно приводить к увеличению коэффициента усиления решетки на 3 дБ.

Таким образом, можно определить коэффициент усиления синфазной антенной решетки. В первую очередь он зависит от коэффициента усиления антенн, входящих в состав решетки, и должен быть увеличен за счет увеличения числа антенн решетки, а также за счет увеличения поверхности абсорбции решетки по сравнению с поверхностью абсорбции одиночной антенны.

Часто допускается ошибка, когда число антенн, входящих в состав решетки, не учитывают, а исходят только из коэффициента усиления одиночной антенны и увеличения поверхности абсорбции. Истоки этой ошибки лежат в аналогии между приемными и передающими антеннами, исходя из принципа взаимности. При рассмотрении передающей антенны предполагается, что мощность передатчика постоянная и не зависит от числа антенн в решетке. При увеличении числа антенн мощность, приходящаяся на каждую антенну, уменьшается. Соответственно уменьшается и та доля энергии электромагнитного поля, которая обусловлена излучением каждой из антенн решетки. Поэтому напряженность поля в точке приема не зависит от числа антенн в решетке передающей антенны. Если бы к каждой антенне передающей решетки был подключен свой передатчик, увеличение числа антенн в решетке приводило бы к увеличению излученной энергии. При этом напряженность поля в точке приема увеличивалась бы от увеличения не только эффективной поверхности решетки (эквивалентной поверхности абсорбции приемной антенны), но и числа антенн в решетке. Именно в этих условиях применима аналогия между передающей и приемной антеннами, так как напряженность поля в точке приема считается неисчерпаемой и не уменьшается при увеличении числа антенн в решетке приемной антенной системы.

Исходя из приведенных соображений, можно сделать вывод: при

увеличении числа антенн синфазной решетки в 2 раза и таком же увеличении поверхности абсорбции коэффициент усиления решетки должен увеличиться на 6 дБ. На практике, однако, такого увеличения коэффициента усиления по сравнению с одиночной антенной не получается в связи с тем, что происходит частичное перекрытие поверхностей абсорбции отдельных антенн и неизбежно некоторое рассогласование в цепях фазирования антенн и в цепях согласования сопротивлений антенн и нагрузки. Поэтому в зависимости от расстояния между антеннами можно считать, что при увеличении числа антенн в решетке в 2 раза коэффициент усиления увеличивается в пределах 4...5 дБ.

Форма диаграммы направленности синфазной антенной решетки определяется диаграммой направленности антенн, составляющих решетку, и конфигурацией самой решетки (число рядов, число этажей и расстояния между ними). При двух ненаправленных антеннах, размещенных рядом на расстоянии, равном половине длины волны (между осями антенн), диаграмма направленности в горизонтальной плоскости имеет вид восьмерки, а прием с боковых направлений, перпендикулярных главному, отсутствует. Если увеличивать расстояние между антеннами, ширина главного лепестка диаграммы направленности уменьшается, но появляются боковые лепестки с максимумами в направлениях, перпендикулярных главному. При расстоянии между антеннами 0,6 длины волны уровень боковых лепестков составляет 0,31 уровня главного лепестка, а ширина диаграммы направленности по половинной мощности уменьшается в 1,2 раза относительно решетки с расстоянием между антеннами, равным $\lambda/2$. При расстоянии между антеннами 0,75 длины волны уровень боковых лепестков увеличивается до 0,71 уровня главного, а ширина диаграммы направленности уменьшается в 1,5 раза. Наконец, при расстоянии между антеннами, равном длине волны, уровень боковых лепестков достигает уровня главного лепестка, но ширина диаграммы направленности уменьшается в 2 раза по сравнению с расстоянием между антеннами в полволны. Из этого примера видно, что целесообразнее выбирать расстояния между антеннами, равными длине волны. Это обеспечивает наибольшее сужение главного лепестка диаграммы направленности. Наличия боковых лепестков опасаться нет нужды, так как при использовании в составе решетки направленных антенн они с направлений, перпендикулярных главному, сигналов не принимают.

Располагать антенны в решетке на расстояниях, меньших половины длины волны (даже если конструкция антенн это позволяет), нецелесообразно, так как при этом перекрываются поверхности абсорбции и эффект получается слабым. Увеличивать же расстояния сверх длины волны недопустимо, так как при этом в диаграмме направленности появляются дополнительные боковые лепестки, неперпендикулярные главному направлению.

Синфазные решетки могут быть собраны из антенн самых различных типов. Обычно в решетке используют одинаковые антенны, что упрощает их согласование с нагрузкой и фазирование. Однако не исключено использование в решетке и разных антенн. В условиях дальнего приема телевизионных передач радиолюбители в основном применяют синфазные решетки, собранные из антенн типа "Волновой канал" и рамочных. При этом к тем

недостаткам многоэлементных антенн "Волновой канал", которые были рассмотрены ранее, следует добавить еще один. Две или несколько антенн этого типа, даже в том случае, если они изготовлены точно по чертежам и из одинаковых материалов, оказываются расстроены по-разному. Поэтому фазы принятых ими сигналов на выходах антенн одинаковыми не получаются и неизбежно наличие расфазирования, что значительно уменьшает коэффициент усиления решетки. Таким образом, для радиолюбителей можно считать допустимым использование синфазных решеток, собранных лишь из трехэлементных антенн "Волновой канал", естественная расстройка которых, как отмечалось ранее, незначительна и не приводит к необходимости индивидуальной настройки каждой антенны, а также к фазированию антенн в решетке.

В качестве примера на рис. 5.1 показана двухрядная антенная решетка, собранная из двух трехэлементных антенн "Волновой канал". Антенна

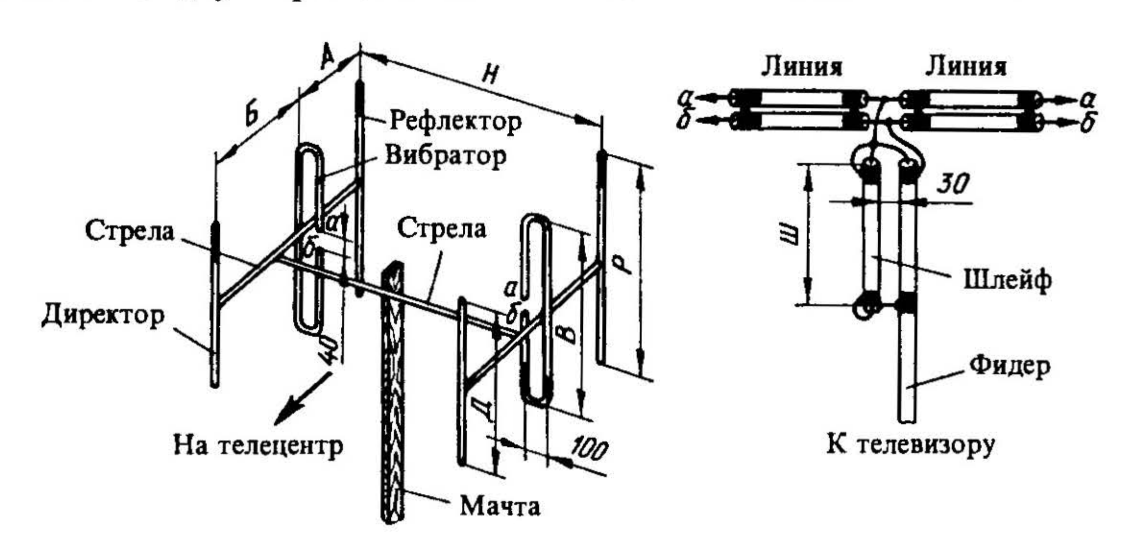


Рис. 5.1. Двухрядная синфазная антенна

предназначена для приема сигнала с вертикальной поляризацией на границе зон прямой видимости и полутени. Коэффициент усиления антенны составляет примерно 10 дБ. Элементы антенны выполняют из металлической трубки диаметром 12...20 мм для антенн, работающих на 1–5-м каналах, или диаметром 8...15 мм для антенн, работающих на 6–12-м каналах. Стрелы могут быть металлическими или деревянными, мачта же обязательно должна быть выполнена из изоляционного материала и лишь на 2 м ниже антенны мачта может быть металлической. Размеры каждой антенны можно взять из табл. 4.3, а расстояние между антеннами Н и длина шлейфа Ш приводятся в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Размеры двухрядной трехэлементной антенны

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Н, мм	4500	3800	2900	2600	2400	1280	1230	1180	1130	1090	1050	1000
Ш, мм	1418	1202	932	848	778	420	402	386	370	356	343	331

Согласующее устройство состоит из двух соединительных линий и симметрирующего короткозамкнутого четвертьволнового шлейфа. Вход-

ное сопротивление каждой антенны при указанных в табл. 4.3 размерах составляет примерно 150 Ом. Линии, каждая из которых выполнена из двух отрезков 75-омного коаксиального кабеля, также имеют волновое сопротивление 150 Ом и хорошо согласуются с антеннами. Длина линий может быть взята произвольной, но обе линии должны быть одинаковой длины. В точках соединения линий два сопротивления по 150 Ом соединены параллельно, образуя 75 Ом. К этим точкам с помощью симметрирующего шлейфа подключен фидер. Шлейф и фидер выполняют также из 75-омного кабеля.

Синфазность антенн в решетке достигается применением одинаковых антенн, одинаковых линий, а также благодаря их синфазному соединению. Для этого точки "а" обеих линий должны быть подключены именно к точкам "а" (верхним концам) вибраторов обеих антенн. Если данную антенную решетку повернуть на 90° так, чтобы элементы антенн заняли горизонтальное положение, получится двухэтажная антенная решетка, которую можно использовать для приема передач с горизонтальной поляризацией сигнала.

Использование синфазных антенных решеток позволяет при необходимости значительно увеличить коэффициент защитного действия антенны для ослабления помехи, приходящей со стороны, противоположной направлению на передатчик. Для этого в синфазной решетке нужно выдвинуть одну из антенн, например нижнюю, как показано на рис. 5.2, вперед по направлению на телецентр на четверть длины волны принимаемого канала, одновременно увеличив также на четверть длины волны в кабеле соответствующую линию, в данном случае – подключенную к нижней антенне. Сигнал, приходящий спереди, поступит к нижней антенне на 1/4 периода раньше, чем сигнал, поступивший к верхней антенне. Но за счет более длинной линии сигнал от нижней антенны будет задержан также на 1/4 периода. Таким образом, сигналы от нижней и верхней антенн к точкам соединения линий поступят одновременно, в фазе, и будут складываться. Помеха, приходящая сзади, поступит к нижней антенне с запаздыванием на 1/4 периода по сравнению с помехой, поступившей к верхней антенне. Дополнительно помеха, принятая нижней антенной, будет задержана более длинной соединительной линией еще на 1/4 периода. Таким образом, помеха, принятая нижней антенной, поступит к точке соединения линий на полпериода позже, чем помеха, принятая верхней антенной. Поэтому они окажутся в противофазе и будут вычитаться. Такой способ позволяет увеличить КЗД антенной решетки примерно на 20 дБ, если направления на источники сигнала и помехи противоположны, т. е. угол между этими направлениями составляет 180°. Однако и при меньших углах, вплоть до 150°, имеет смысл использовать такой способ увеличения КЗД.

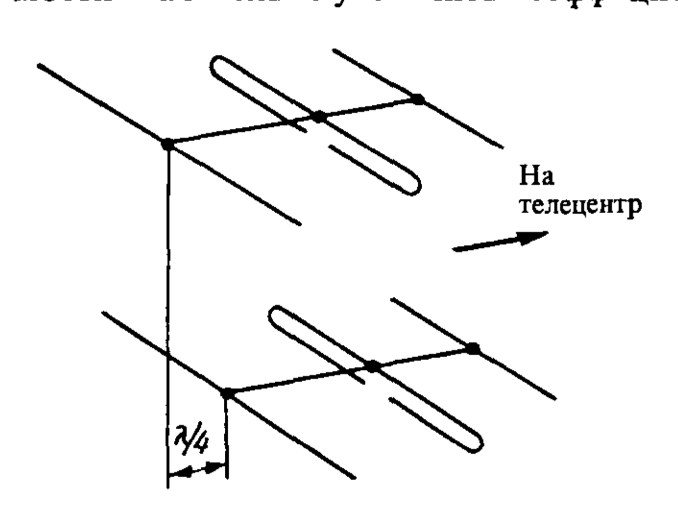


Рис. 5.2. Синфазная решетка с повышенным КЗД

Это может понадобиться, когда слабый сигнал отдаленного телевизионного передатчика не может быть принят с удовлетворительным качеством из-за наличия ближе расположенного или более мощного передатчика, работающего на том же канале. При постройке антенной решетки с повышенным КЗД необходимо помнить, что длина волны в кабеле в 1,52 раза меньше, чем длина волны в свободном пространстве. Поэтому выдвигать одну из антенн вперед нужно на 1/4 длины волны в свободном пространстве (этот размер соответствует размеру Ш в таблицах 4.6 и 5.1), а удлинять одну из соединительных линий нужно на 1/4 длины волны в кабеле (этот размер соответствует размеру Т в табл. 4.6). Разница в размерах Ш, приведенных в указанных таблицах, объясняется тем, что размеры одной из таблиц рассчитаны для настройки антенны на несущую частоту изображения, а другой – на среднюю частоту канала.

На рис. 5.3 показана четырехэтажная синфазная решетка, собранная из четырех трехэлементных антенн "Волновой канал". Размещение антенн в четыре этажа значительно сужает диаграмму направленности в вертикальной плоскости и позволяет прижать ее лепесток к земле. Это очень важно в условиях дальнего приема телевизионных передач, когда сигнал приходит с линии горизонта. Коэффициент усиления такой антенной решетки достигает 14 дБ. Размеры антенн могут быть взяты из табл. 4.3. Согласование антенн осуществляется следующим образом. Первый (нижний) этаж соединяется со вторым соединительной линией с волновым сопротивлением 150 Ом, образованной двумя отрезками 75-омного коаксиального кабеля. Длина соединительных линий, которыми соединены первый со вторым и третий с четвертым этажами, должна быть равна половине длины волны в кабеле. В связи с тем, что сигнал, проходя по линиям такой длины, задерживается на полпериода, т.е. его фаза меняется на обратную, для компенсации отрезки кабеля в линиях перекрещены. В точках питания антенн второго и третьего этажей два сопротивления по 150 Ом соединены параллельно, образуя 75 Ом. К этим точкам подключены трансформаторы, образованные отрезками 50-омного кабеля с волновым сопротивлением 100 Ом длиной Т. Поэтому в точках "в–в" входные сопротивления двух нижних этажей и входные сопротивления двух верхних этажей оказываются равными 150 Ом, соединены параллельно, образуя 75 Ом. К этим точкам и подключается фидер с помощью четвертьволнового симметрирующего шлейфа длиной Ш. Размеры транс-

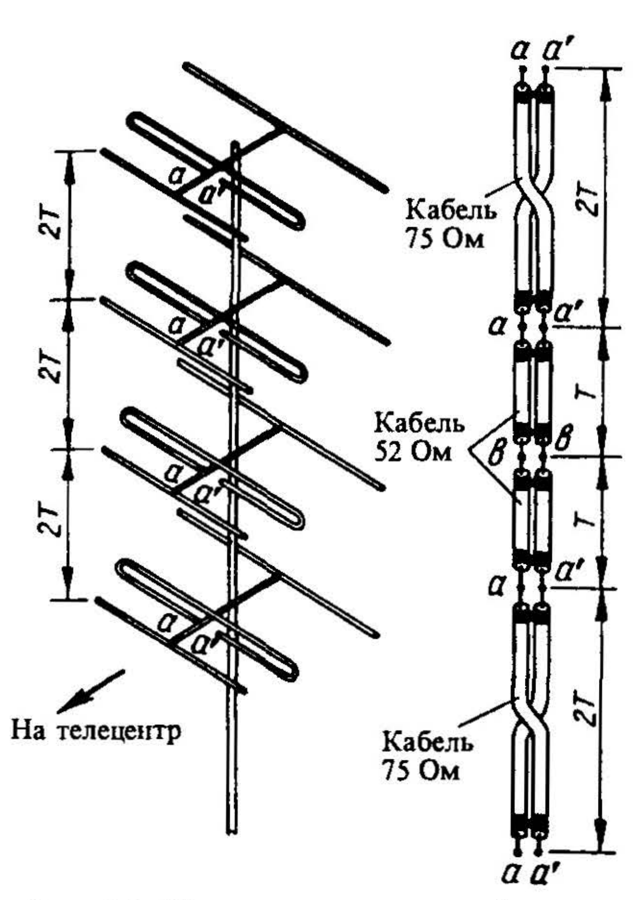


Рис. 5.3. Четырехэтажная синфазная решетка

форматоров Т и шлейфа Ш можно взять из одной из помещенных ранее таблиц. На концах линий и трансформаторов оплетки кабеля соединяют между собой. Центральную жилу фидера, соединенную с центральной жилой и оплеткой шлейфа, подключают к левой точке "в", а оплетку фидера – к правой точке "в". С оплетками трансформаторов оплетку фидера не соединяют.

В § 4.9 была рассмотрена семиэлементная широкополосная антенна типа АТВК-7/6-12, рассчитанная на прием передач по любому из каналов в диапазоне с шестого по двенадцатый. Широкополосность этой антенны достигнута взаимной расстройкой ее элементов и в результате коэффициент усиления оказывается небольшим. Некоторые радиолюбители пытаются собирать из таких антенн синфазные решетки для увеличения коэффициента усиления и использования таких решеток в условиях дальнего приема. Все попытки приводят к отрицательным результатам по следующим причинам. Антенна АТВК-7/6-12 рассчитана на применение в сравнительной близости от телевизионного передатчика, поэтому она не согласована с фидером, а лишь симметрируется с помощью кабельной петли. Обеспечить согласование антенн в решетке по их входным сопротивлением с волновым сопротивлением фидера во всем диапазоне невозможно, так как согласование осуществляется резонансными элементами – трансформаторами сопротивления, выполняемыми из отрезков кабеля длиной в 1/4 длины волны. Такой элемент является трансформатром только на той частоте сигнала, при которой его длина равна 1/4 длины волны. На другой частоте длина будет уже отличаться от 1/4 длины волны и как трансформатор он работать уже не будет, следовательно, произойдет рассогласование. Кроме того, антенны этого типа неидентичны по своим фазовым характеристикам. Фазы сигналов на выходах двух внешне одинаковых антенн могут быть также неодинаковыми. Это относится и к случаю, если из антенн собирается решетка, предназначенная для работы только на одном канале. В таком случае нецелесообразно использовать антенны, являющиеся широкополосными. Выгоднее использовать в решетке либо более простые антенны с таким же усилением, но стабильной фазовой характеристикой, либо антенны такой же степени сложности, но узкополосные, обладающие более высоким коэффициентом усиления. Те же соображения можно применить и к другим видам широкополосных антенн. Собирать из них синфазные решетки нецелесообразно порой из-за трудностей согласования, порой из-за трудностей фазирования.

Хорошие результаты дают синфазные решетки, собранные из рамочных антенн. В диапазонах метровых волн наибольшее распространение получили двухэтажные и двухэтажные двухрядные синфазные решетки, собранные из двухэлементных рамочных антенн. На рис. 5.4 показаны двухэтажная синфазная решетка и схема симметрирующе-согласующего устройства к ней. Обе антенны этой решетки выполняют согласно рис. 4.5 и табл. 4.5. Симметрирование антенн осуществляется четвертьволновыми симметрирующими короткозамкнутыми шлейфами, не изменяющими входного сопротивления антенн. Поэтому линии, выполненные как и шлейфы из 75-омного кабеля, хорошо согласуются с антеннами. Линии берутся произвольной, но одинаковой длины. В точке соединения линий два сопротивления по 75 Ом соединены параллельно, образуя 37,5 Ом. Для

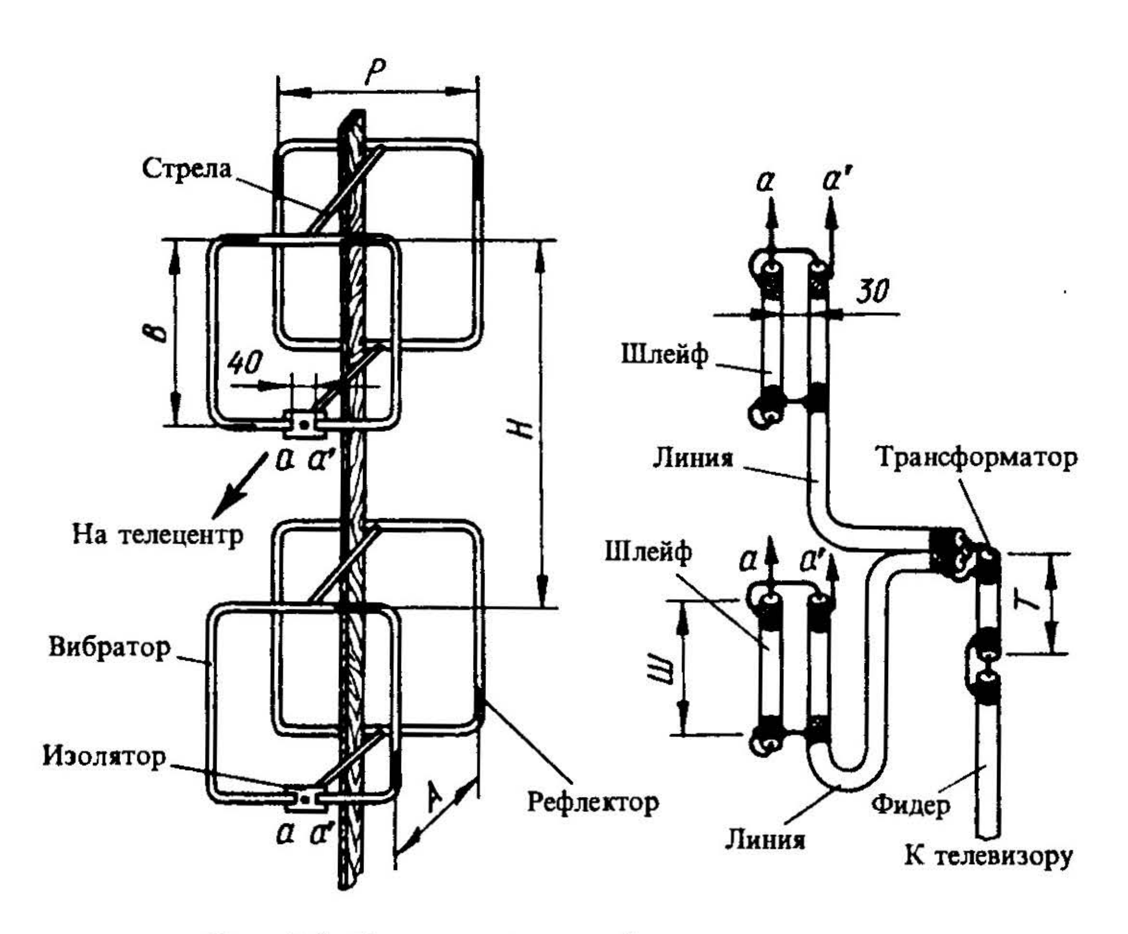


Рис. 5.4. Двухэтажная синфазная рамочная антенна

согласования такого сопротивления с волновым сопротивлением фидера, которое составляет 75 Ом, используется трансформатор в виде отрезка кабеля длиной в 1/4 длины волны в кабеле. Волновое сопротивление кабеля, из которого выполняется трансформатор, определяется путем извлечения квадратного корня из произведения сопротивлений на входе и выходе трансформатора, что дает 53 Ома. Таким образом, трансформатор должен быть выполнен из кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом.

Часто возникают затруднения в связи с отсутствием отрезка 50-омного кабеля. В этом случае можно выполнить согласование по другой схеме, показанной на рис. 5.5. Все элементы этой схемы выполнены кабелем с волновым сопротивлением 75 Ом. В схеме использованы два трансформатора, включенные последовательно. Первый трансформатор образован тремя параллельными отрезками кабеля и имеет волновое сопротивление 25 Ом. Второй трансформатор образован двумя отрезками кабеля и имеет волновое

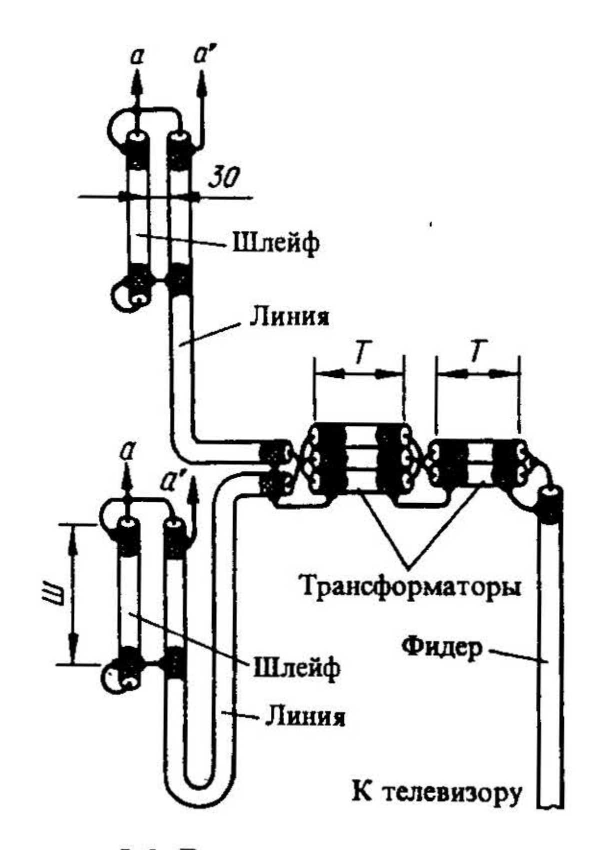


Рис. 5.5. Вариант согласования двухэтажной антенны

сопротивление 37,5 Ом. Входное сопротивление решетки равно 37,5 Ом, на выходе первого трансформатора оно уменьшается до 16,7 Ом, а на выходе второго трансформатора увеличивается до 84,4 Ом. Хотя и не обеспечивается полное согласование такого сопротивления с волновым сопротивлением фидера, равным 75 Ом, но рассогласование можно считать вполне допустимым. При этом рассогласовании коэффициент бегущей волны составляет 0,89, что соответствует передаче в фидер 98 % мощности сигнала, принятого антенной. Коэффициент усиления двухэтажной синфазной решетки из двух двухэлементных рамочных антенн примерно равен 12...13 дБ.

Если необходимо увеличить КЗД двухэтажной рамочной антенны, верхняя антенна выдвигается вперед по направлению на телецентр на расстояние, равное Ш, а верхняя линия удлиняется относительно нижней на длину Т.

Двухэтажная решетка из рамочных антенн имеет узкую диаграмму направленности в вертикальной плоскости и более широкую в горизонтальной. Это представляет большое удобство, так как антенная решетка не нуждается в тщательном ориентировании по азимуту, а узкий лепесток диаграммы направленности в вертикальной плоскости, прижатый к линии горизонта, благоприятствует дальнему приему телевизионных передач. Использовать эту антенную решетку рекомендуется в зоне полутени, прилегающей к зоне прямой видимости.

Если после установки двухэтажной синфазной решетки из рамочных антенн экспериментально будет установлено, что ее коэффициент усиления недостаточен для получения уверенного приема с хорошим качеством изображения, можно изготовить еще две рамочные антенны и собрать решетку из четырех антенн, расположенных в два ряда и в два этажа. Такая антенная решетка со схемой согласования показана на рис. 5.6. Все ее

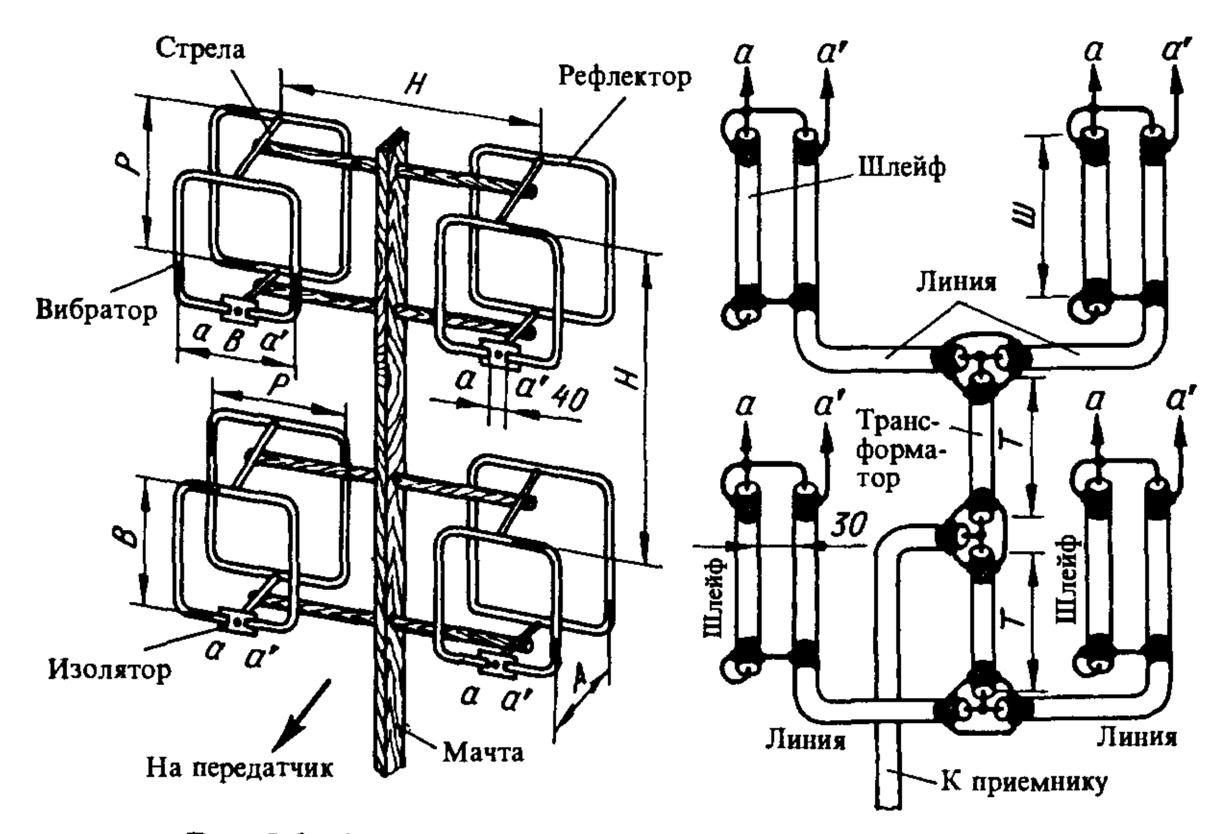


Рис. 5.6. Двухэтажная двухрядная рамочная антенна

размеры берутся из таблицы 4.5. За счет удвоения рядов сужается диаграмма направленности решетки в горизонтальной плоскости, а коэффициент усиления возрастает до 16...17 дБ. Использовать такую антенную решетку целесообразно в дальней части зоны полутени.

Все элементы симметрирующе-согласующего устройства выполняют из отрезков 75-омного кабеля. Входное сопротивление двух верхних антенн в точке соединения верхних линий составляет 37,5 Ом. Верхний трансформатор увеличивает его до 150 Ом. Такое же входное сопротивление имеют две нижние антенны. В точке соединения трансформаторов два сопротивления по 150 Ом соединены параллельно, образуя 75 Ом. Сюда и подключается фидер. Согласование получается достаточно хорошим. Синфазность обеспечивается одинаковыми антеннами и одинаковой длиной всех четырех линий, которая может выбираться произвольно. Для соблюдения синфазности нужно обратить особое внимание на правильность подключения линий к антеннам: центральные жилы всех четырех линий подключают к левым концам вибраторных рамок, а оплетки – к правым. Иначе произойдет расфазирование.

При необходимости увеличения КЗД две верхние антенны выдвигают вперед на расстояние Ш, а обе верхние линии удлиняют относительно нижних на длину Т.

В этой конструкции антенной решетки перекладины обязательно должны быть выполнены из изоляционного материала. Можно использовать текстолит, винипласт или деревянные рейки, проваренные в каком-либо противогнилостном составе и окрашенные. Мачта может быть выполнена из металла. Во избежание прогиба перекладин мачту можно сделать выступающей вверх за пределы антенны на высоту Н/2 и подвязать все стрелы антенн к вершине мачты капроновым шнуром (использовать проволоку нельзя!). На вершине мачты можно установить громоотвод в виде заостренного металлического штыря, приваренного к мачте, если она металлическая, или соединенного толстым проводом, проведенным по деревянной мачте, с надежным заземлением у основания мачты. Металлическая мачта также надежно заземляется.

Весьма привлекательны синфазные решетки, собранные из трехэлементных рамочных антенн. Двухэтажная синфазная решетка, собранная из двух трехэлементных рамочных антенн, должна обладать коэффициентом усиления примерно 19 дБ, а двухэтажная двухрядная синфазная решетка из четырех трехэлементных рамочных антенн – около 23 дБ, что соответствует увеличению напряжения сигнала на выходе антенной решетки в 14 раз по сравнению с полуволновым вибратором. Размеры трехэлементных рамочных антенн можно взять для дециметрового диапазона из табл. 3.2, а для метрового диапазона – из табл. 4.6. Согласование осуществляется в соответствии с рис. 5.4 или 5.5 для двухэтажной решетки из двух антенн, или рис. 5.6 – для двухэтажной двухрядной решетки из четырех антенн. Согласно тем же рисункам выполняется конструкция самих антенных решеток.

Несмотря на то, что конструкция двухэтажной двухрядной решетки, собранной из трехэлементных рамочных антенн, для метровых диапазонов оказывается достаточно громоздкой (особенно для 1-го и 2-го каналов), ее можно рекомендовать для уверенного приема передач на дальней границе

зоны полутени или в тех случаях, когда использование более простых антенн не дает хороших результатов.

При изготовлении трехэлементных рамочных антенн для дециметрового диапазона расстояние между концами вибраторной рамки, как показано на рис. 3.6, берется равным 15 мм. Такое небольшое расстояние взято для того, чтобы оно было значительно меньше стороны квадрата рамки. Если же антенну выполняют для работы в метровом диапазоне, это расстояние может быть увеличено до 40 мм.

В табл. 4.6 расстояние между трехэлементными рамочными антеннами синфазной решетки по вертикали и по горизонтали H указано максимально допустимым, примерно равным длине волны для получения наибольшего коэффициента усиления. Если такие большие расстояния окажутся неприемлемыми из-за громоздкости конструкции, разнос антенн по горизонтали можно уменьшить в 1,5 раза, хотя при этом коэффициент усиления решетки уменьшится примерно на 1 дБ. Можно также уменьшить расстояние между этажами решетки также в 1,5 раза, если это необходимо, что приведет к уменьшению коэффициента усиления решетки еще на 1 дБ. Вообще вовсе не обязательно, чтобы расстояния между этажами и рядами решетки были равны между собой.

Двухэтажная двухрядная синфазная решетка достаточно громоздка, особенно для приема передач на 1–5 каналах. В условиях дальнего приема

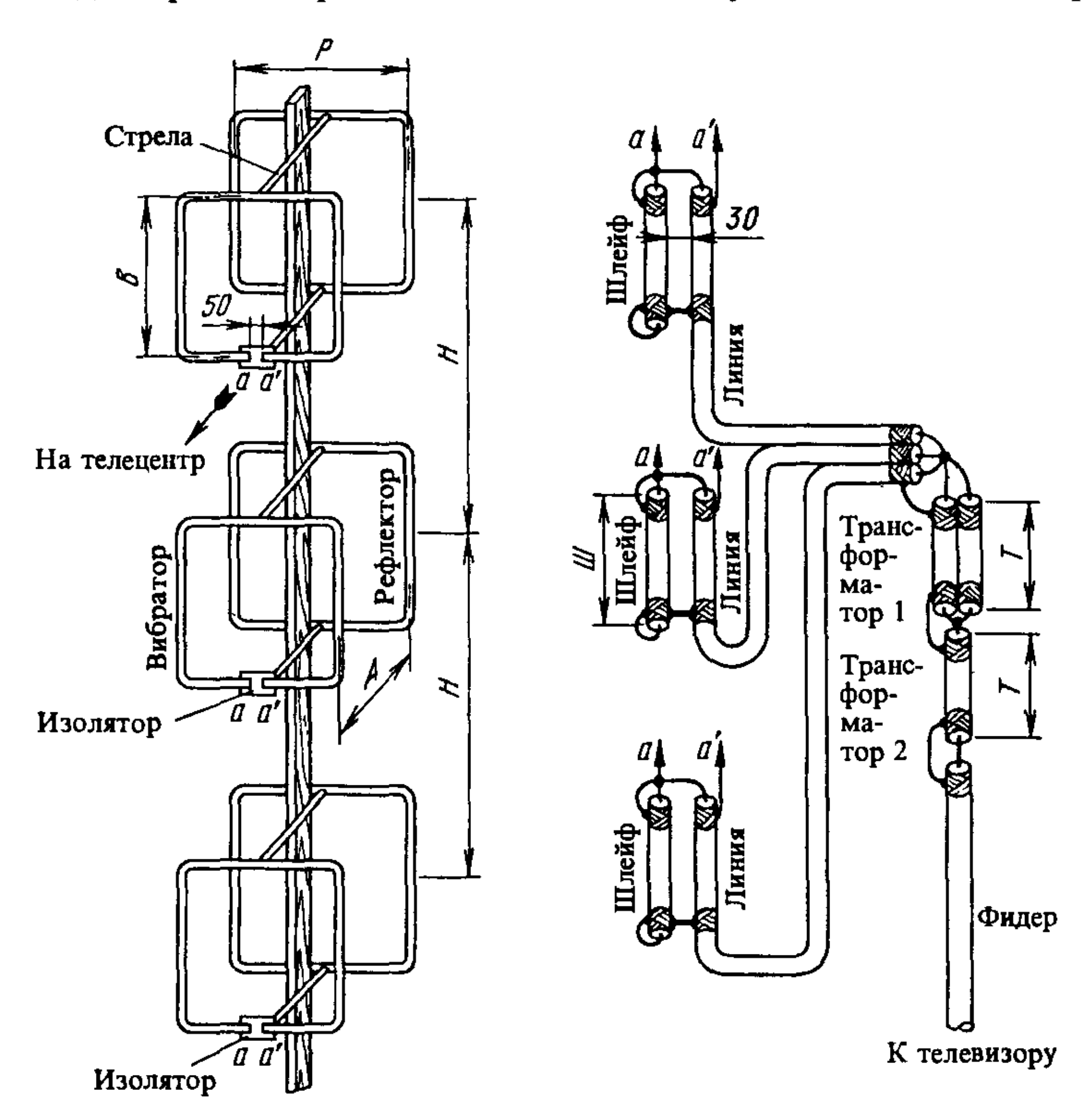


Рис. 5.7. Трехэтажная рамочная антенна

телевидения в зоне полутени, когда передающая антенна находится за линией горизонта, особенно важно, чтобы главный лепесток диаграммы направленности приемной антенны был прижат к Земле. В то же время, из-за низкой напряженности поля ориентирование антенны по азимуту при узкой диаграмме направленности в горизонтальной плоскости представляет определенные трудности. Поэтому можно рекомендовать трехэтажную однорядную синфазную решетку из трех двухэлементных или трехэлементных рамочных антенн, показанную со схемой согласования на рис. 5.7. Все размеры здесь такие же, как для уже рассмотренных рамочных антенн и синфазных решеток из них. Особенность же в том, что для согласования этой решетки с фидером требуются два соединенных последовательно трансформатора. Трансформатор 1 образован параллельным соединением отрезков 75-омного и 50-омного кабелей, трансформатор 2 выполнен из отрезка 50-омного кабеля. Напомним: все три линии выполняются одинаковой длины из одной и той же марки 75-омного кабеля.

Коэффициент усиления такой решетки из двухэлементных рамочных антенн - 14-16 дБ, что соответствует увеличению напряжения сигнала в 5-6 раз, а из трехэлементных рамочных антенн около 21 дБ, что соответствует увеличению напряжения сигнала в 11 раз относительно полуволнового вибратора. В горизонтальной плоскости диаграмма направленности сравнительно широка.

5.5. ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ СИНФАЗНЫХ РЕШЕТОК

Диаграмма направленности синфазной антенной решетки определяется диаграммой направленности самих антенн, входящих в решетку, и, кроме того, параметрами решетки. Если решетка сформирована в вертикальном направлении, то есть построена в два или несколько этажей, сужается диаграмма направленности в вертикальной плоскости. Если же решетка сформирована в горизонтальном направлении, сужается диаграмма направленности в горизонтальной плоскости. Наконец, большое значение имеет расстояние между антеннами в решетке.

Рассмотрим формирование диаграммы направленности решетки, состоящей из двух полуволновых вибраторов, расположенных рядом, на расстоянии Н между ними (рис. 5.8). Если сигнал приходит с направления, перпендикулярного плоскости, в которой лежат антенны, фазы наведенных в антеннах ЭДС одинаковы и мощности принятых сигналов арифметически складываются. Если же сигнал поступает под углом α, отличающимся от 90°, как показано на рисунке, сигнал к антенне 2 поступает позже, чем к антенне 1 благодаря тому, что появляется разность хода $d = H\cos\alpha$. Запаздывание сигнала, приходящего к антенне 2, приводит к сдвигу фазы ЭДС, наведенной в антенне 2 по отношению к ЭДС, наведенной в антенне 1. Этот угол сдвига фазы β так относится к полному углу 2π, как разность хода d относится к длине волны:

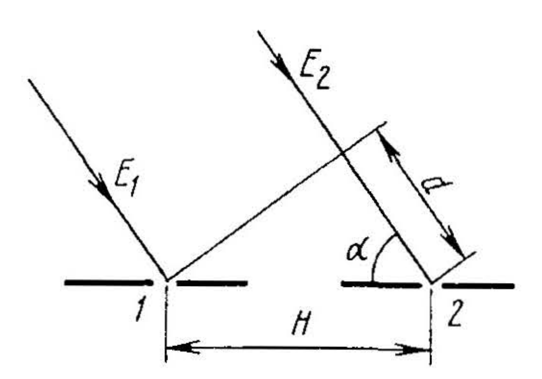


Рис. 5.8. К определению разности хода

$$\frac{\beta}{2\pi}=\frac{d}{\lambda},\quad \beta=\frac{2\pi d}{\lambda}=\frac{2\pi H\cos\alpha}{\lambda}.$$

Обозначив отношение разноса между антеннами к длине волны: $H/\lambda = K$, окончательно получим: $\beta = 2K\pi\cos\alpha$.

После сложения векторов E_1 и E_2 при сдвиге фаз между ними, равном β (рис. 5.9), из равнобедренного треугольника определяется длина суммарного вектора E:

$$E = 2\cos(K\pi\cos\alpha).$$

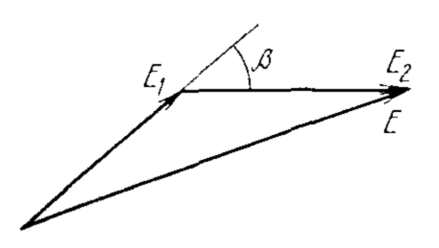


Рис. 5.9. Сложение векторов

Умножив полученное выражение на аналитическое выражение диаграммы направленности полуволнового вибратора, получим окончательное выражение диаграммы направленности синфазной решетки, образованной двумя полуволновыми вибраторами при разносе по горизонтали, соответствующем значению K. При этом коэффициент 2 изъят, так как диаграмма направленности обычно выражается относительно ЭДС, получаемой при поступлении сигнала с главного направления, когда $\alpha = \pi/2$.

$$\frac{E}{E_{\text{гл}}}=\frac{\cos(\pi/2\cos\alpha)\cos(K\pi\cos\alpha)}{\sin\alpha}.$$

На рис. 5.10 приведена диаграмма направленности указанной синфазной решетки в одной горизонтальной полуплоскости (диаграмма во второй полуплоскости аналогична) для пяти разных значений K. Видно, что при разносе между антеннами, равном половине длины волны (K = 0,5) диаграмма имеет один лепесток с шириной по уровню 0,7 (уровень половинной мощности) немного меньше 50°. Для сравнения можно указать, что ширина диаграммы направленности одиночного полуволнового вибратора на том же уровне составляет чуть больше 100°. Это означает значительное увеличение коэффициента усиления антенной решетки по сравнению с одиночной антенной. Улучшается также пространственная избирательность антенны. При поступлении помехи под углом $\alpha = 45°$ наведенная ЭДС в решетке составляет 0,28 от максимума, а в одиночном полуволновом вибраторе 0,63. Таким образом, по напряжению помеха ослабляется в 2,25 раз, а по мощности - в 5 раз, то есть на 7 дБ.

Диаграмма показывает, что при разносе между антеннами, превышающем половину длины волны, появляются боковые лепестки. Если разнос равен 0,75 длины волны, диаграмма содержит два боковых лепестка с уровнем 0,19 от максимума. С дальнейшим увеличением разноса растет и уровень боковых лепестков, достигая 0,7 при K-1,5. Если же разнос превышает 1,5 длины волны, вместо двух диаграмма приобретает четыре боковых лепестка. Так, при K = 2 два лепестка имеют уровень 0,29 ($\alpha = 27°$) и два других - 0,83 ($\alpha = 61°$). Боковые лепестки большого уровня крайне вредны, так как сильно ухудшают пространственную избирательность антенны не только к индустриальным помехам, но и к отраженным сигналам, что может привести к повторам на экране телевизора. Правда, при этом главный лепесток получается очень

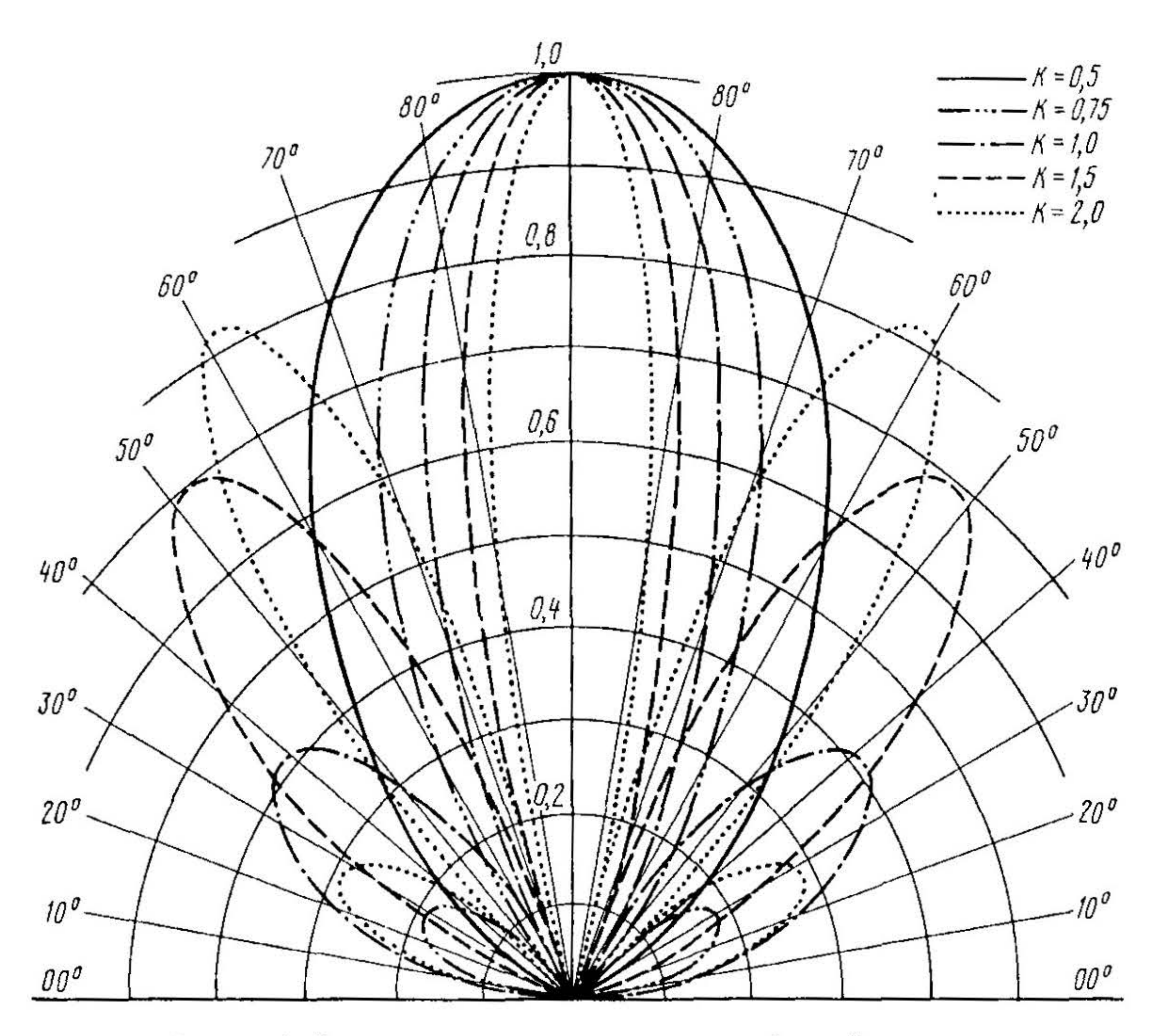


Рис. 5.10 Диаграммы направленности синфазной решетки

узким: его ширина на уровне 0,7 не превышает 15°. Однако интенсивные боковые лепестки сводят это достоинство на нет. Поэтому рекомендуется выбирать разнос между антеннами в пределах от 0,5 до 0,75 длины полны принимаемого канала. В крайнем случае, если нужен особенно большой коэффициент усиления решетки, можно увеличить разнос до длины волны, что приведет к сужению главного лепестка диаграммы направленности до 28°. Небесполезно напомнить: чем уже диаграмма направленности антенны, тем больше ее коэффициент усиления. Увеличивать разнос между антеннами сверх значения, равного длине волны, не рекомендуется.

Приведенные диаграммы направленности были рассчитаны для синфазной решетки, собранной из двух полуволновых вибраторов, как простейшей антенны, для которой и аналитическое выражение диаграммы является наиболее простым. Однако основные свойства диаграмм направленности остаются такими же и для синфазных решеток из более сложных узкополосных антенн, рассчитанных на прием одного определенного частотного канала. Если же узкополосная антенна способна принимать несколько соседних по частоте каналов, как, например, в диапазоне дециметровых волн, необходимо предусмотреть, чтобы для самого высокочастотного канала разнос между антеннами не превышал длины волны.

Весьма характерно, что на всех приведенных диаграммах направленности, независимо от значения разноса между антеннами (при любом значении К), отсутствует прием с боковых направлений ($\alpha = 0$). Это объясняется тем, что

теоретически у полуволновых вибраторов (как и у большинства других телевизионных антенн) прием с боковых направлений отсутствует. Тем не менее на практике из-за того, что невозможно абсолютно точно изготовить антенну, слабый прием сбоку может иметь место. И, если в боковом направлении близко расположен мощный телевизионный передатчик, работающий на том же или на соседнем частотном канале, он может создавать заметную помеху приему основного сигнала. Такая помеха может выражаться в сбоях синхронизации или в накладке на основное изображение слабой посторонней картинки, перемещающейся в горизонтальном или вертикальном направлении. Для резкого ослабления такой помехи целесообразно использовать вместо одной антенны синфазную решетку из двух таких же антенн, расположенных рядом на расстоянии, равном половине длины волны того частотного канала, на котором работает передатчик, создающий помеху. В связи с тем, что помехи приходят к антеннам решетки не одновременно, а со сдвигом во времени на половину периода, их фазы сдвинуты на 180°. Если антенны совершенно одинаковы, такой сдвиг приводит при сложении к взаимному уничтожению принятых антеннами помех. К обеим антеннам с помощью симметрирующе-согласующих устройств, предназначенных для данного типа антенн, подключаются линии одинаковой длины из 75-омного коаксиального кабеля, а соединение линий с фидером осуществляется с помощью четвертьволнового трансформатора из отрезка 50-омного кабеля, как показано на рис. 5.4, длина которого Т соответствует четверти длины волны в кабеле для основного канала. Кроме ослабления помехи, такая решетка обеспечит увеличение уровня полезного сигнала примерно на 3 дБ за счет увеличения коэффициента усиления и ослабит прием отраженных сигналов за счет сужения диаграммы направленности антенной решетки по сравнению с шириной диаграммы одной, ранее использованной антенны.

Создание такой двухрядной синфазной решетки с расстоянием между рядами, равным половине длины волны, может быть связано с трудностями при использовании антенн типа "Волновой канал". Дело в том, что длина рефлектора у этих антенн превышает половину длины волны, и необходимый разнос между антеннами оказывается неосуществимым. Поэтому такую решетку можно собирать только из антенн, максимальный горизонтальный размер которых меньше половины длины волны. В качестве примера на рис. 5.11 показана синфазная двухрядная решетка из двухэлементных рамочных антенн. Все размеры этой решетки можно взять из таблицы 4.5. Такую же решетку можно собрать из трехэлементных рамочных антенн с размерами согласно таблице 4.6 для метрового диапазона или таблице 3.2 для дециметрового диапазона. Однако для дециметровой решетки расстояние между антеннами берется равным половине длины волны канала изображения (таблица 1.2) мешающего телевизионного передатчика.

Широкое распространение получили синфазные решетки, содержащие два или более этажа. Поэтому важно знать, как влияет разнос между этажами на форму диаграммы направленности в вертикальной плоскости. В условиях дальнего приема на равнинной местности необходимо, чтобы антенна лучше всего принимала сигнал с линии горизонта - при угле места, равном нулю. Независимо от количества этажей решетки и разноса между этажами при угле места, равном нулю, диаграмма направленности имеет максимум. Однако в условиях холмистой или горной местности, а также при сверхдальнем приеме

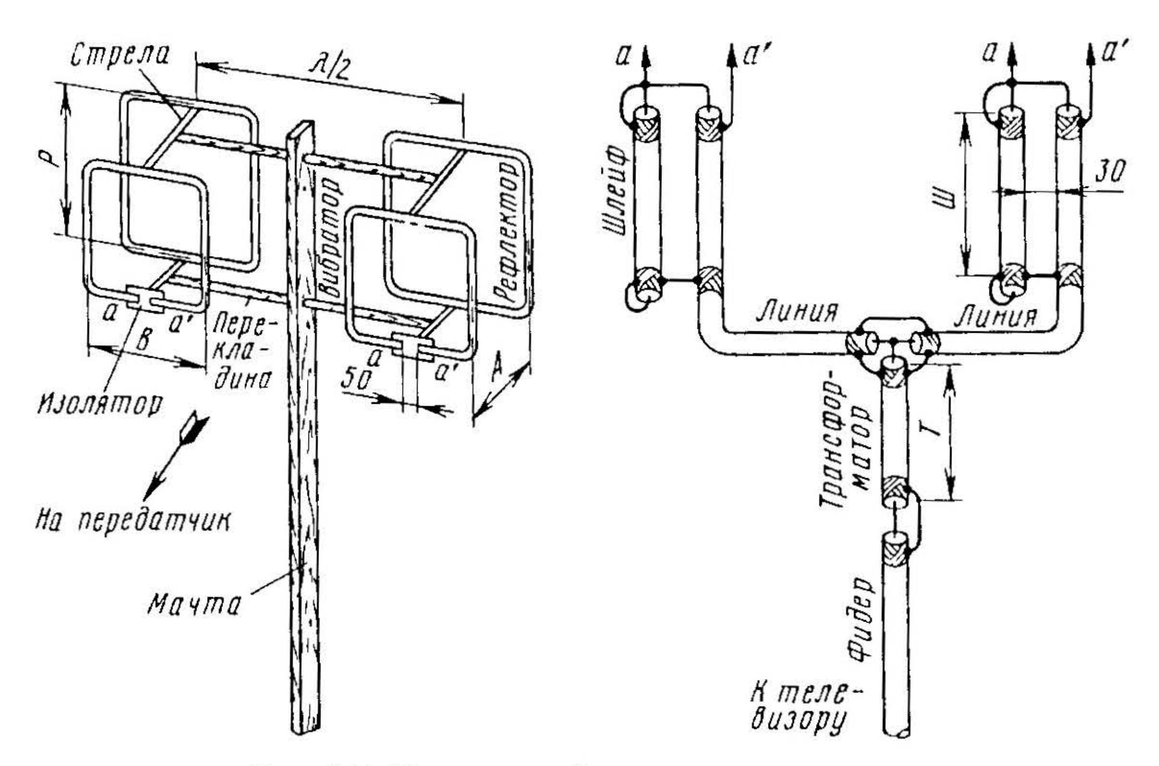


Рис. 5.11 Двухрядная фазированная решетка

(при использовании отражений от ионосферы) сигнал может поступать и под другими углами места. Если (как и для диаграммы направленности в горизонтальной плоскости) провести анализ формы диаграммы двухэтажной решетки из двух полуволновых вибраторов, в этих условиях оптимальным оказывается разнос между этажами, равный половине длины волны принимаемого частотного канала. Диаграмма направленности такой двухэтажной решетки содержит один лепесток с нулевым приемом из зенита (угол места 90°), а уровень половинной мощности соответствует углу места 30°. Достаточно широкая диаграмма направленности при этом благоприятствует приему сигнала с направлений под углами относительно линии горизонта. Когда же требуется обеспечить дальний прием за счет увеличения коэффициента усиления антенной решетки, есть смысл увеличить разнос между этажами. При разносе в 3/4 длины волны в диаграмме появляется боковой лепесток под углом места 90° и сужается главный лепесток - угол места половинной мощности около 20°, а нулевой прием соответствует углу места 42°. Еще более узкий главный лепесток диаграммы направленности можно получить при разносе между этажами, равном длине волны. В этом случае также образуется боковой лепесток, направленный в зенит, угол места, соответствующий половинной мощности составляет 14,5°, а нулевого приема - 30°. Наконец, допустимо увеличить разнос до полутора длин волн. При этом боковой лепесток имеет максимум под углом места около 42°, половинная мощность главного лепестка соответствует углу места 9,6°, а нулевого приема - 20°. Увеличивать разнос сверх этого значения не следует, так как появляются два боковых лепестка. Так, при разносе между этажами в 2,5 длины волны главный лепесток, направленный на линию горизонта (угол места равен нулю) оказывается очень узким: половинной мощности главного лепестка диаграммы соответствует угол места, равный всего 5,7°, но диаграмма направленности решетки в этом случае оказывается изрезана боковыми лепестками. Ближний к главному боковой лепесток имеет максимум под углом места 23,6° и отделен

от главного лепестка направлением нулевого приема под углом места 11,5°. Второй боковой лепесток имеет максимум под углом места 53° и отделен от первого бокового лепестка вторым направлением нулевого приема под углом места 37°. Если на трассе имеются даже небольшие холмы, нельзя отрицать возможность поступления сигнала под небольшим углом места, который попадет в зону диаграммы направленности, соответствующую нулевому приему. В этом случае сигнал не сможет быть принят или будет значительно ослаблен.

Хотя приведенный анализ диаграмм направленности в вертикальной плоскости относился к двухэтажной антенной решетке из двух полуволновых вибраторов, такой же характер должны иметь диаграммы решеток, собранных из более сложных антенн, например, из антенн типа "Волновой канал" или из рамочных антенн. Разница будет лишь в значениях углов места, соответствующих половинной мощности, нулевому приему и максимумам боковых лепестков. Поэтому при выборе величины разноса между этажами синфазной решетки, собранной из самых разных (но одинаковых!) антенн, можно руководствоваться приведенными выше соображениями.

5.6. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СКАНИРОВАНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АНТЕНН

Сканированием антенны называют управляемое пространственное перемещение по определенному закону направления максимального приема, при котором последовательно "просматривается" заданный сектор или другая зона обзора. Так, антенна радиолокационной станции кругового обзора вращается вокруг вертикальной оси и за каждый оборот позволяет обследовать все окружающее пространство. Такое сканирование является механическим - механическое вращение антенны обеспечивает обзор заданной зоны. В отличие от механического в радиолокации в последние годы часто используют электрическое сканирование, при котором антенна представляет собой неподвижную решетку, а изменение направления главного лепестка диаграммы направленности достигается соответствующим фазированием антенн решетки. Если, например, сигналы, принятые двумя антеннами, складываются непосредственно, максимум главного лепестка диаграммы направлен перпендикулярно линии, соединяющей антенны. Но если перед сложением сигналов один из них задержать на часть периода, то есть сдвинуть его по фазе относительно сигнала, принятого другой антенной, диаграмма направленности повернется на некоторый уггол, для которого разность хода будет скомпенсирована введенной задержкой. При плавном и непрерывно меняющемся сдвиге фаз максимум диаграммы направленности так же плавно и непрерывно изменяет свое направление.

В технике телевизионного приема подобие механического сканирования использовалось давно. Антенна при этом устанавливалась на поворотной мачте и либо вручную, либо с применением электродвигателя, оснащенного редуктором, ее поворачивали в направлении нужного телевизионного передатчика. Такие устройства использовались любителями телевизионного приема достаточно редко, так как были громоздкими и дорогими.

Принцип электрического сканирования позволяет очень просто поворачивать максимум диаграммы направленности неподвижной антенной решетки за

счет фазирования ее антенн. Вернемся к рассмотрению рис. 5.8. Пусть антенны 1 и 2 - ненаправленные. Если направление на передатчик перпендикулярно линии, соединяющей антенны, принятые ими сигналы будут синфазны, и максимум диаграммы будет направлен на передатчик. Если же передатчик находится под углом α, между принятыми сигналами возникает сдвиг фаз β, соответствующий разности хода, и прием произойдет на склоне диаграммы направленности. Но достаточно задержать сигнал, принятый антенной 1, сдвинув его по фазе на тот же угол β, чтобы оба сигнала оказались в фазе. В результате максимум диаграммы повернется и окажется в направлении α. При использовании направленных антенн зависимость угла максимального приема от сдвига по фазе одного из сигналов становится сложной. Форма диаграммы направленности фазированной двухрядной решетки из полуволновых вибраторов при расстоянии между ними, равном половине длины волны описывается формулой:

$$\frac{E}{E_{\text{гл}}} = \frac{\cos(\pi \cos\alpha - \beta/2) + \cos\beta/2}{2\sin\alpha}.$$

В этой формуле угол β соответствует необходимой задержке сигнала, принятого антенной 1, для того чтобы максимум диаграммы направленности решетки оказался повернут в направлении α.

Диаграммы направленности рассмотренной решетки для пяти значений фазирования антенн приведены на рис. 5.12. При рассмотрении диаграмм

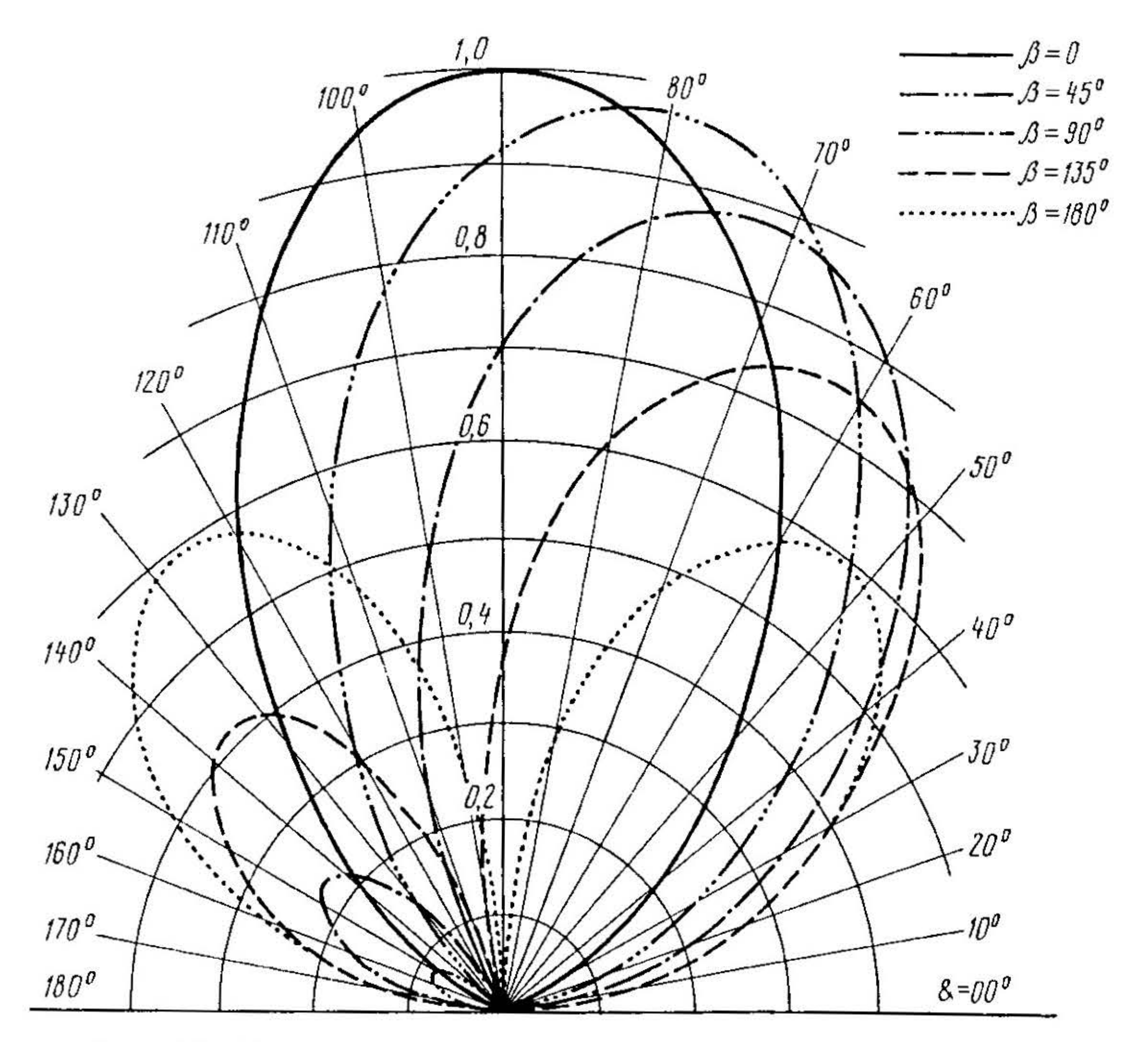


Рис. 5.12 Диаграммы направленности фазированной решетки

можно сделать следующие выводы. Фазирование решетки приводит к раздвоению диаграммы на два лепестка. С увеличением угла фазирования главный лепесток уменьшается, а боковой - увеличивается. Когда угол фазирования достигает 180°, лепестки становятся одинаковыми. Расчет показывает, что при дальнейшем увеличении угла фазирования боковой лепесток становится главным, что равносильно фазированию другой антенны. В связи с тем, что полуволновый вибратор принимает сигналы одинаково спереди и сзади, диаграмма направленности в противоположной полуплоскости аналогична приведенной.

Отсутствие аналитического выражения диаграмм направленности других антенн не дает возможности проследить результаты их применения в фазированной решетке, но можно считать, что качественно они будут такими же.

Для примера можно рекомендовать использование фазированной решетки при необходимости приема программ двух телевизионных передатчиков, работающих на одинаковых или соседних по частоте каналах и расположенных в разных направлениях.

Фазирование антенны в решетке легко осуществить за счет разной длины линий, например, показанных на рис. 5.11. Увеличение длины одной линии относительно другой производится на величину z, которая находится в зависимости от необходимого угла фазирования β (в градусах) и длины волны сигнала $\lambda_к$ в кабеле (в мм) по следующей формуле (длина волны в кабеле в 1,52 раз меньше, чем в свободном пространстве).

$$z = \frac{\beta \lambda_к}{360}.$$

5.7. ПАССИВНЫЕ РЕТРАНСЛЯТОРЫ

Встречаются такие условия, когда уверенный прием телевизионных передач оказывается невозможен из-за чрезмерно низкого уровня напряженности поля в точке приема. Это может быть связано с большим расстоянием до телевизионного передатчика, но иногда причина состоит в том, что неблагоприятен рельеф местности и точка приема расположена в ложбине. При этом прямому прохождению сигнала препятствует наличие холма или горной преграды. В таких условиях прибегают к использованию активного или пассивного ретранслятора.

Активный ретранслятор представляет собой совокупность приемной антенны, радиоприемника полного телевизионного сигнала, преобразователя частотного спектра, радиопередатчика преобразованного сигнала и передающей антенны. Преобразователь частотного спектра необходим для того, чтобы передача сигнала ретранслятором производилась на другом частотном канале относительно того канала, по которому сигнал был принят. Это требуется для устранения помех для тех телевизоров, которые могут попасть в зону, где возможен прием и основного сигнала, и ретранслируемого. В первые годы развития массового телевидения, когда число телевизионных центров было невелико, некоторые радиолюбительские коллективы создавали активные ретрансляторы для обеспечения возможности уверенного приема телевизионных передач в своем населенном пункте. В настоящее время сеть действующих

телевизионных центров и государственных активных ретрансляторов стала настолько густой, что выбрать свободный номер канала, не создающий помех сигналам окружающих передатчиков, порой оказывается невозможно Поэтому органами министерства связи категорически запрещена постройка любительских активных ретрансляторов Установка же государственных активных ретрансляторов производится по плану, с учетом уже действующих передатчиков в каждом регионе и их частотных полос При этом зачастую для установки нового ретранслятора приходится изменять номера каналов действующих телецентров и ретрансляторов

Пассивный ретранслятор отличается тем, что не содержит приемопередающей или усилительной аппаратуры, а прием и передача осуществляются исключительно антенными системами

Различают пассивные ретрансляторы трех типов преломляющего, отражающего и препятствия

Ретранслятор преломляющего типа в простейшем случае представляет собой комбинацию двух остронаправленных антенн, одна из которых ориентирована на антенну передатчика, а вторая направлена в точку приема Таким образом, производится переизлучение сигнала в нужном направлении

Ретранслятор отражающего типа выполняется в виде одного или двух плоских антенных зеркал, которые обеспечивают изменение направления распространения сигнала Антенны ретрансляторов преломляющего и отражающего типов должны быть выполнены с высокой точностью рабочих поверхностей при больших размерах полотен этих антенн, доходящих до сотен квадратных метров в телевизионном диапазоне частот Кроме того, должна быть обеспечена жесткая фиксация рабочих поверхностей антенн в пространстве, что требует использования сверхжестких опор Поэтому ретрансляторы преломляющего и отражающего типов в последнее время редко находят применение на государственных линиях связи и совершенно неприемлемы в радиолюбительских условиях для приема телевизионных передач

Пассивный ретранслятор типа препятствия был предложен в 1954 г Г З Айзенбергом и А М Моделем Такой ретранслятор представляет собой металлическую поверхность, расположенную между передатчиком и приемником, находящимся относительно передатчика в зоне тени (рис 5 13) В отсутствие ретранслятора антенна передатчика, установленная в точке А, практически не создает в точке приема Б электромагнитного поля, так как точка приема затенена При установке на пути распространения сигнала в точке В препятствия, в точке Б возникает поле Это связано с тем, что

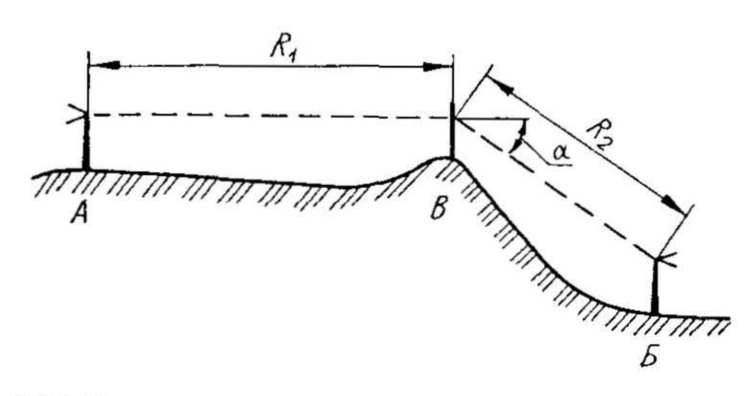


Рис 5 13 К пояснению установки пассивного ретранслятора

препятствие в соответствии с принципом Гюйгенса возбуждается падающей на него волной и становится источником вторичного излучения При соответствующем выборе формы и размеров препятствия напряженность поля в точке Б может оказаться значительной и достаточной для уверенного приема телевизионного сигнала Роль препятствия в том, что на трассе распространения сигнала образуется поверхность с нулевой напряженностью поля на той стороне, которая обращена к пункту приема

Деформации рабочей поверхности ретранслятора типа препятствия, вызванные ветром, или отклонения ее из-за неточности изготовления не влияют на интенсивность излучения и на уровень напряженности поля в точке приема Это - основное преимущество ретрансляторов типа препятствия перед ретрансляторами преломляющего и отражающего типов Поэтому полотно ретранслятора типа препятствия может быть выполнено не в виде жесткой металлической конструкции, а в виде проволочной сетки, жесткость же конструкции рамы такой сетки определяется исключительно необходимой механической прочностью Отпадает также необходимость выполнения юстировки рабочей поверхности ретранслятора после его установки, обязательной для ретрансляторов преломляющего и отражающего типов Все это указывает на то, что пассивные ретрансляторы типа препятствия могут найти широкое применение для уверенного приема телевизионных передач в сложных рельефных условиях при их установке радиолюбителями

Оптимальная форма полотна ретранслятора типа препятствия - дугообразная Однако практически из-за того, что горизонтальные размеры полотна значительно меньше расстояния до ретранслируемого передатчика, дуга вырождается в прямую, и такие же результаты дает полотно прямоугольной формы Полотно ретранслятора устанавливают в вертикальной плоскости, перпендикулярной линии, соединяющей точки А и Б Установка полотна ретранслятора на опорах показана на рис 5 14 Наибольшая высота полотна равна высоте зоны Френеля и может быть определена по формуле

$$b_m = \frac{\lambda}{2\sin\alpha}$$

Наибольшая ширина полотна определяется допустимой расфазировкой полей, излученных серединой и краями полотна

$$a_m = 1,7\sqrt{\lambda R_2}$$

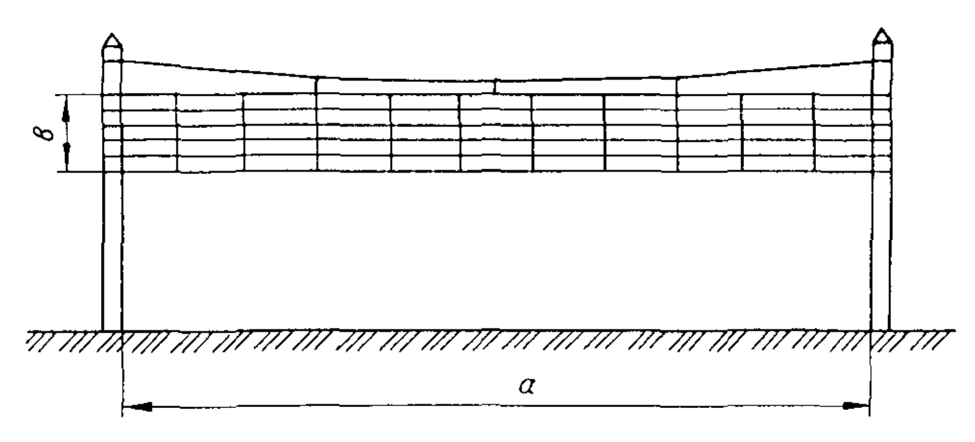


Рис 5 14 Полотно Пассивного ретранслятора

В этих формулах λ - длина волны принимаемого телевизионного канала, α - угол между направлениями падающего на полотно поля и излученного поля на пункт приема, R_2 - наклонное расстояние между полотном ретранслятора и приемной антенной. Формулы справедливы, когда расстояние между передающей антенной и ретранслятором значительно больше расстояния между ретранслятором и приемной антенной. В противном случае вместо R_2 следует подставлять в формулу значение $R_1R_2/(R_1+R_2)$. Размеры полотна получаются в метрах, если также в метрах выражены расстояния.

При расчете размеров пассивного ретранслятора следует учесть, что полученные размеры являются максимально допустимыми: увеличение этих размеров приводит к снижению эффективности ретранслятора. Фактически в диапазонах I и II метровых волн эти размеры могут оказаться реально невыполнимыми. Приведем следующий пример. Допустим, расстояние от передатчика до ретранслятора $R_1 = 30$ км, расстояние от ретранслятора до приемной антенны $R_2 = 1$ км, а угол между этими направлениями $\alpha = 10°$. Тогда для первого телевизионного канала с длиной волны $\lambda = 6$ м наибольшая высота полотна получится равной 17,3 м, а наибольшая ширина полотна 132 м. В таких условиях полотно может быть выполнено меньших размеров, хотя эффективность ретранслятора, которая пропорциональна площади поверхности полотна, уменьшится. Для тех же условий, если ведется прием передач по 12-му каналу с длиной волны 1,32 м, размеры полотна оказываются уже ближе к реальности: высота -3,7 м, ширина - 61,3 м. Наконец, для 33-го канала дециметрового диапазона волн при длине волны 0,53 м размеры полотна получаются еще меньше: высота - 1,5 м, и ширина - 39,1 м.

Эффективность пассивного ретранслятора типа препятствия можно характеризовать отношением напряженности поля в точке размещения ретранслятора к напряженности поля в точке приема:

$$\frac{E_в}{E_в} = \frac{\lambda R_2}{S_{эф}},$$

где $S_{эф} = 0{,}5ab$ - эффективная поверхность полотна ретранслятора. Здесь коэффициент 0,5 учитывает расфазировку полей, излученных всей поверхностью ретранслятора, а также уменьшение напряженности поля в точке приема за счет просачивания части энергии поля сквозь полотно ретранслятора. Если в рассмотренном примере выполнить полотно ретранслятора максимально допустимых размеров и преобразовать формулу отношения напряженностей поля, подставив в нее выражение для эффективной поверхности полотна ретранслятора:

$$\frac{E_в}{E_Б} = \frac{\sin\alpha}{0,425}\sqrt{\frac{R_2}{\lambda}},$$

напряженность поля в точке приема окажется в 5,3; 11,2 и 18 раз меньше напряженности поля в точке установки ретранслятора соответственно для 1, 12 и 33-го каналов.

Из преобразованной формулы видно, что при малых углах α напряженность поля в точке приема обратно пропорциональна этому углу, а ее зависимость от расстояния до ретранслятора и от длины волны слабее,

поскольку их значения входят в формулу под знаком радикала, если размеры полотна выбраны максимально допустимыми. В то же время максимальные размеры полотна зависят от длины волны, с уменьшением длины волны они также уменьшаются, особенно высота полотна, которая зависит от длины волны в первой степени. Таким образом, эффективность ретранслятора при уменьшении длины волны можно было бы увеличить, если бы можно было увеличить размеры полотна сверх максимально допустимых. Это оказывается возможно, если полотно сделать не сплошным, а состоящим из нескольких горизонтальных полос, перекрывающих зоны Френеля через одну, т. е. одного знака. В связи с тем, что в дециметровых диапазонах волн максимально допустимая высота полотна оказывается небольшой, можно выполнить полотно из двух или трех полос, причем высота каждой полосы и расстояние между ними по высоте берутся равными найденному значению максимальной высоты полотна. Такие ретрансляторы называются многоэлементными.

Эффективность многоэлементного ретранслятора типа препятствия возрастает пропорционально квадрату числа полос. Таким образом, если в приведенном примере выполнить полотно ретранслятора для 33-го канала из трех полос высотой 1,5 м каждая с расстоянием между ними по высоте также 1,5 м, эффективность ретранслятора увеличится в 9 раз. При этом напряженность поля в точке приема окажется уже не в 18 раз меньше напряженности поля в точке установки ретранслятора, а всего в два раза.

На равнинной местности при большой протяженности трассы использование радиолюбительских пассивных ретрансляторов типа препятствия становится нереальным по следующим причинам. Установка ретранслятора должна производиться в такой точке трассы, где напряженность поля достаточно велика, а эта точка обычно находится за десятки километров от точки приема. С увеличением этого расстояния падает эффективность ретранслятора при равной эффективной поверхности полотна. Угол между направлениями падающего на ретранслятор поля и излученного на пункт приема уменьшается до долей градуса, что приводит к увеличению максимально допустимой высоты полотна. При этом установка многоэлементного ретранслятора даже для дециметрового диапазона становится нереальной в связи с тем, что у ретрансляторов в таких условиях высота каждой полосы и расстояний между ними по высоте оказываются недопустимо большими.

Пассивные ретрансляторы типа препятствия целесообразно устанавливать в условиях, когда точка приема закрыта в направлении на передатчик близкорасположенной высокой преградой, а на вершине этой преграды, на которой будет установлен ретранслятор, напряженность поля сигнала достаточно велика. Тогда полотно ретранслятора удается выполнить максимально допустимых размеров даже для первого телевизионного канала, а для 12-го канала ретранслятор может быть выполнен многоэлементным.

Рассмотрим теперь практическое исполнение полотна ретранслятора. Теория пассивных ретрансляторов основана на предположении, что препятствие представляет собой сплошной металлический лист. Однако на практике полотно выполняют в виде проволочной сетки. Такие сетки хорошо отражают электромагнитные волны, если поляризация падающего поля параллельна проводам сетки. Тогда при горизонтальной поляризации сигнала полотно должно быть выполнено в виде горизонтальных проводов, а при вертикальной

поляризации - вертикальных. Расстояние между проводами должно быть значительно меньше рабочей длины волны. Можно считать достаточным, если их отношение будет не менее 20. Диаметр проводов также имеет значение: чем больше диаметр проводов, тем меньше просачиваемая мощность и тем лучше работает полотно. Хорошие результаты при изготовлении полотна ретранслятора дает антенный канатик. Для обеспечения прочности провода полотна можно скрепить поперечными проводами любого диаметра, пропояв все точки пересечений. Расстояния между поперечными проводами выбирается произвольно из соображений механической прочности. Полотно ретранслятора устанавливают на двух или нескольких опорах. Если используются промежуточные опоры, все части полотна должны находиться в одной плоскости. Прямоугольная форма полотна обеспечивается его подвеской к капроновому шнуру. Изолировать полотно от опор нет необходимости. Высота нижней кромки полотна над поверхностью земли должна быть не менее нескольких длин волны принимаемого канала.

При использовании пассивного ретранслятора приемная антенна должна быть ориентирована в направлении на его полотно не только по азимуту, но также и по углу места. Поэтому геометрическая ось антенны оказывается не горизонтальной, как обычно, а должна располагаться под соответствующим углом к горизонту.

5.8. ОСОБЕННОСТИ СВЕРХДАЛЬНЕГО ПРИЕМА ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Как уже отмечалось, сверхдальний прием телевизионных передач наблюдается сравнительно редко, сеансы его непродолжительны и не поддаются прогнозированию. Сверхдальний прием возможен при случайно сложившихся благоприятных условиях распространения сигнала. Рассмотрим, каковы же эти условия и чем объясняется сверхдальний прием телевидения?

Как известно, основой распространения радиоволн длинноволнового и средневолнового диапазонов является земная волна, которая характеризуется тем, что энергия электромагнитного поля огибает земную поверхность за счет преломления в атмосфере. Это преломление происходит благодаря уменьшению плотности воздуха с высотой. Радиоволны коротковолнового диапазона слабо преломляются в атмосфере, но способны отражаться от верхних ионизированных ее слоев.

Долгое время считалось, что радиоволны метрового диапазона не огибают поверхность земли (не подвержены рефракции) и не отражаются ионосферой. Это, однако, оказалось не так. Степень ионизации слоев ионосферы резко возрастает в годы солнечной активности, а также и по другим причинам. Это приводит к образованию условий, способствующих отражению волн метрового диапазона. Наиболее важными в этом отношении являются слой E, расположенный на высоте 95...120 км над поверхностью земли, и слой F2, расположенный на высоте 230...400 км. Считается, что образование слоя E связано с ионизацией молекул азота и кислорода рентгеновским и ультрафиолетовым излучением Солнца, а образование слоя F2 - ионизацией тех же газов ультрафиолетовым и корпускулярным излучениями Солнца. Слой E характеризуется большим постоянством электронной концентрации изо дня в день, которая возрастает днем и уменьшается ночью, а слой F является неустойчи-

вым образованием. В этом слое как электронная концентрация, так и высота расположения ее максимума в разные дни колеблются в значительных пределах. Однако днем концентрация электронов в этом слое также выше, чем ночью, и, кроме того, зимой она значительно больше, чем летом. В предрассветные часы наблюдается глубокий минимум электронной концентрации слоя F2.

Время от времени в области Е образуется сильно ионизированный слой, который называют "спорадическим слоем Е". Интенсивность спорадического слоя Е во много раз выше интенсивности нормального слоя Е. Исследования показали, что спорадический слой Е представляет собой скопление электронных облаков, которые имеют горизонтальную протяженность в десятки и сотни километров и движутся со скоростью до 300 км/ч. Время существования этого слоя колеблется в широких пределах, но не превышает нескольких часов. Спорадический слой Е может возникать в любое время суток и года, однако в средних широтах он чаще образуется в летние дни. Предполагается, что образование спорадического слоя Е связано с просачиванием заряженных частиц из вышерасположенных слоев и с потоками метеоров. Подобно тому как радиоволны длинноволнового и средневолнового диапазонов преломляются в атмосфере, радиоволны УКВ диапазона преломляются в ионосфере. Степень преломления зависит от электронной концентрации слоя и от длины радиоволны или ее частоты.

Чем больше частота волны, тем более высокая концентрация электронов требуется для того, чтобы за счет преломления и полного внутреннего отражения волна вернулась на Землю. Кроме того, доказано, что в точке отражения волны электронная концентрация обязательно должна возрастать с высотой. Отражение не может происходить в области максимума и тем более в области уменьшения электронной концентрации с высотой. Непостоянство электронной концентрации в ионизированных слоях, ее изменения в течение года и в течение суток, кратковременность и случайность спорадического слоя Е приводят к тому, что условия достаточного преломления и полного внутреннего отражения, необходимые для возврата радиоволн на землю, возникают также случайно, длятся кратковременно и не прогнозируются.

Измеренные с помощью геофизических ракет электронные концентрации различных слоев в разное время объясняют, почему сверхдальний прием телевидения наблюдается только в пределах первого диапазона (1-й и 2-й телевизионные каналы). Частота волн последующих диапазонов больше и требует для возврата волны на землю таких электронных концентраций, которых в слоях не бывает. Волны этих диапазонов от ионосферы не отражаются, а пронизывают ее насквозь. Сверхдальний прием телевизионных программ обусловлен появлением слоя F2 и спорадического слоя Е. Однако электронная концентрация нормального слоя Е недостаточна для отражения волн телевизионного диапазона, следовательно, и сверхдальнего приема не происходит.

Согласно законам преломления луч, падающий на преломляющую поверхность нормально (под прямым углом), не преломляется. Чем более полого падает луч на преломляющую поверхность, тем больше вероятность того, что будут достигнуты условия для полного внутреннего отражения, тем меньшая электронная концентрация для этого потребуется. Поэтому сверхда-

льний прием телевидения наблюдается только на больших расстояниях (около 1000 км и более) от телевизионного передатчика, а меньшие расстояния для сверхдальнего приема образуют мертвую зону.

Протяженность электронных облаков и электронная концентрация ионизированных слоев изменяются в широких пределах. Поэтому также в широких пределах изменяется напряженность поля телевизионного сигнала при появлении сверхдальнего приема. Эти пределы настолько широки, что иногда оказывается возможен сверхдальний прием с хорошим качеством изображения даже при использовании комнатных антенн, как это наблюдалось в 1957 г. Тем не менее вероятность получения устойчивого изображения при сверхдальнем приеме увеличивается при использовании высокоэффективных антенн и высокочувствительных телевизионных приемников. Из числа таких приемников можно рекомендовать телевизор для дальнего приема Н. Швырина, описание которого приводилось в журнале "Радио" 12 за 1972 г. Этот телевизор пригоден для приема сигналов с разными стандартами разложения изображения. Однако следует учесть, что постройка такого телевизора, а особенно его налаживание и настройка доступны лишь очень опытным радиолюбителям. К тому же в журнале приводилось недостаточно подробное описание, Для опытов по сверхдальнему приему можно использовать и обычный телевизионный приемник черно-белого изображения промышленного производства, приняв меры к улучшению его чувствительности.

В качестве антенн целесообразно использовать узкополосные антенны с большим коэффициентом усиления, например, двухрядную синфазную решетку из трехэлементных рамочных антенн, построенную по размерам для первого канала. Установить антенну желательно на высокой мачте, а если длина фидера превысит 50 м, использовать малошумящий антенный усилитель, установив его на мачте в непосредственной близости от антенны. В связи с тем, что заранее неизвестно, с какого направления окажется возможным осуществить сверхдальний прием при сложившихся благоприятных условиях распространения сигнала, необходимо иметь возможность быстро и оперативно ориентировать антенну. Для этого антенну устанавливают на поворотной мачте, которая может вращаться с приводом от реверсивного электродвигателя, оснащенного редуктором с большим коэффициентом передачи. Благодаря такому редуктору мощность двигателя может быть небольшой, так как момент вращения с вала двигателя увеличивается пропорционально коэффициенту передачи редуктора. Естественно, что выходные шестерни редуктора должны быть рассчитаны на большие усилия. Во избежание скручивания фидера система поворота антенной мачты должна быть оснащена концевыми выключателями питания электродвигателя, которые ограничивают поворот мачты. Эти же концевые выключатели могут быть использованы для сигнализации о достижении предельного поворота антенны. Некоторые радиолюбители дополняют систему дистанционного поворота антенны парой сельсинов. Это дает возможность по шкале, установленной на оси сельсина-приемника, определять направление антенны в любом ее положении.

Конечно, в тех случаях, когда установка для сверхдальнего приема предназначена для приема телевизионных передач одного определенного телецентра, нет нужды антенну выполнять поворотной. В этом случае антенна ориентируется по направлению на передатчик раз и навсегда при ее установке.

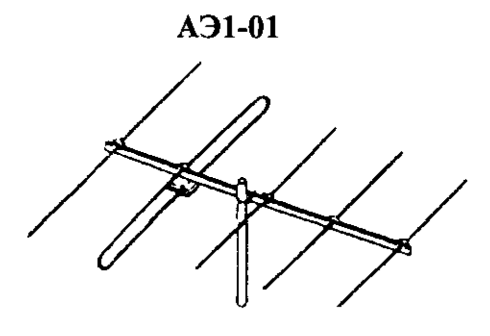
АНТЕННЫ ДЛЯ ПРИЕМА НАЗЕМНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ИЗ КАТАЛОГА ФИРМЫ "БЕЛКА"

Белка **Антенны для приема наземного телевидения предназначены как для индивидуального приема, так и для оборудования систем коллективиого приема телевизионных передач от телевизионных центров и наземных ретрансляторов. Эти антенны подразделяются на одноканальные, однодиапазонные, двухдиапазонные и широкодиапазонные. Одноканальные антенны рассчитаны иа прием только одной определенной программы, передаваемой по тому частотному каналу, на который настроена данная антенна. Однодиапазоиные антенны рассчитаны на прием нескольких программ, которые передаются иа частотах одного определенного диапазона: I метрового (1, 2 каналы), II метрового (3...5 каиалы), III метрового (6...12 каналы) или IV-V дециметрового (21...80 каналы). Двухдиапазонные антенны способны прииимать сигналы нескольких программ в каких-либо двух указанных диапазонах, а широкодиапазонные - более, чем в двух диапазонах. Антенны, рассчитанные на прием сигналов диапазона II (3...5 каналы), могут также принимать сигналы УКВ-ЧМ радиовещания.**

Все перечисленные ниже антенны являются пассивными за исключением антенн типа АЭЗ-07 и 20/6-12/21-60, которые содержат широкодиапазонные аитенные усилители. В приводимых данных каждой антенны значение коэффициента усиления дается по отношению к полуволновому вибратору. Коэффициент защитного действия показывает отношение уровней главного лепестка диаграммы направленности антеины к уровню ее заднего лепестка. Большей частью указаны две марки каждой антенны: по номенклатуре корпорации "Белка" и по иоменклатуре изготовителя (на-пример: АЭ1-01 и DIPOL 5/3-5).

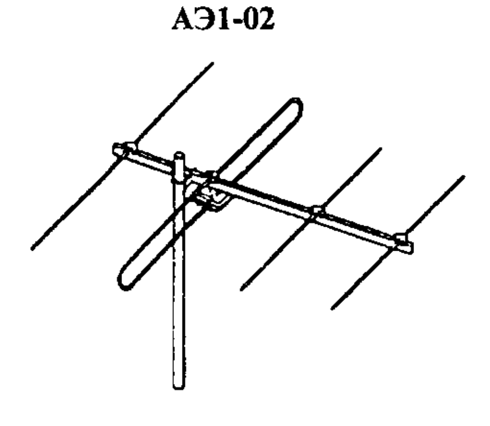
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ — АЭ1-01

Номера каналов	3...5
Коэффициент усиления, дБ	3...8
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	5
Коэффициент защитного действия, дБ	8
Входное сопротивление, Ом	300
Масса, кг	1,6
Марка изготовителя DIPOL	5/3-5



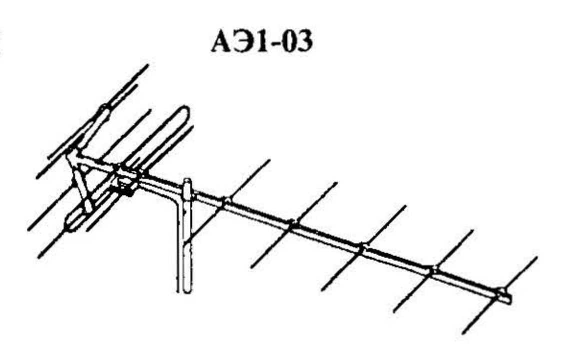
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ — АЭ1-02

Номера каналов	6...12
Коэффициент усиления, дБ	6
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	4
Коэффициент защитного действия, дБ	8
Входное сопротивление, Ом	300
Масса, кг	0,6
Марка изготовителя	DIPOL 4/6-12



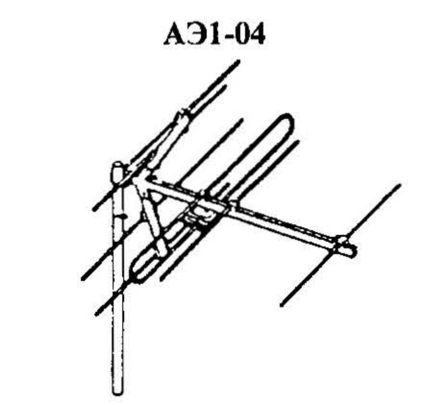
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ АЭ1-03

Номера каналов	6 12
Коэффициент усиления, дБ	8
Вид поляризапии сигнала	горизонтальная
Количество элементов	11
Коэффипиент защитного действия, дБ	12
Входное сопротивление, Ом	300
Масса, кг	1,4
Фирма изготовитель	DIPOL 11/6-12



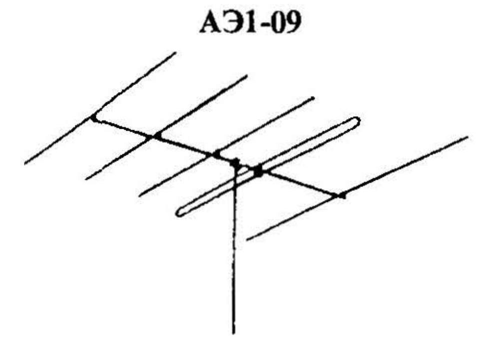
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ АЭ1-04

Номера каналов	6 12
Коэффициент усиления, дБ	6
Вид поляриэации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	7
Коэффициент защитного действия, дБ	12
Входное сопротивление, Ом	300
Масса, кг	1,0
Марка изготовителя	DIPOL 7/6-12



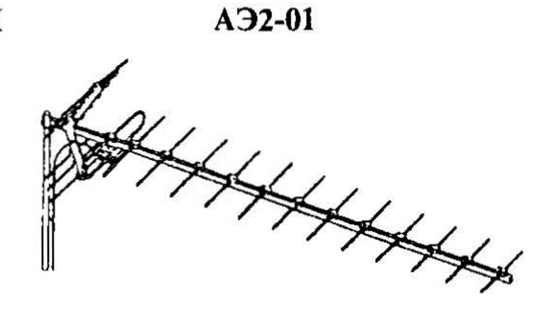
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ АЭ1-09

Номера каналов	1 5
Коэффициент усиления, дБ	7,5 8
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	5
Коэффициент защитного действия, дБ	19 24
Масса, кг	3,5
Марка изготовителя	FUNKE R1205



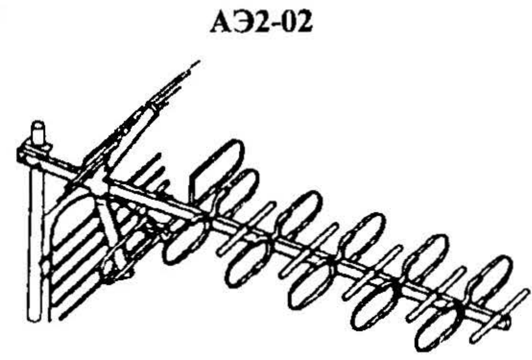
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ АЭ2-01

Номера каналов	21 60
Коэффициент усиления, дБ	11
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	19
Коэффициеит защитного действия, дБ	19 26
Входное сопротивление, Ом	75
Масса, кг	0,9
Марка изготовителя	DIPOL 19/21-60



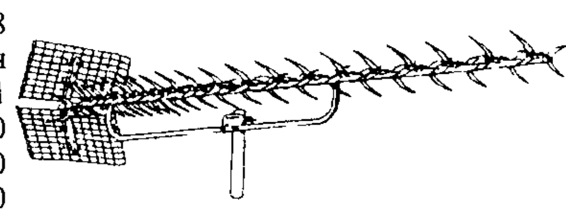
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ АЭ2-02

Номера каналов	21 60
Коэффициент усиления, дБ	7,5 14
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	26
Коэффициент защитного действия, дБ	19 26
Входное сопротивление, Ом	75
Масса, кг	0,7
Марка изготовителя	POLARIS 26/21-60



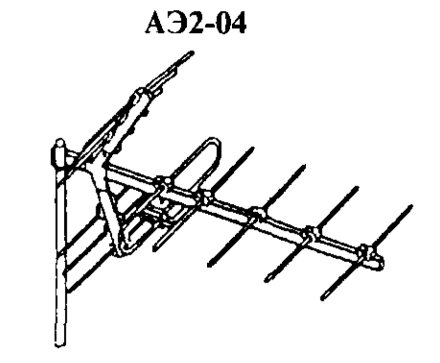
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ АЭ2-03

Номера каналов	21 60
Коэффициент усиления, дБ	13 18
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	91
Коэффициент защитного действия, дБ	20
Входное сопротивление, Ом	300
Масса, кг	2,0
Марка изготовителя	ATX 91-21-60



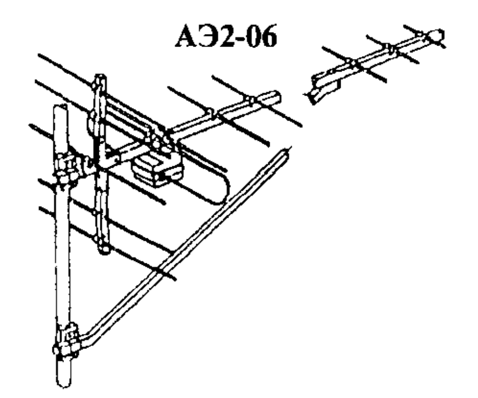
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ АЭ2-04

Номера каналов	21 60
Коэффициент усиления, дБ	5,5 9
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	11
Коэффициент защитного действия, дБ	19 26
Входное сопротивление, Ом	75
Масса, кг	0,7
Марка изготовителя	DIPOL 11/21-60



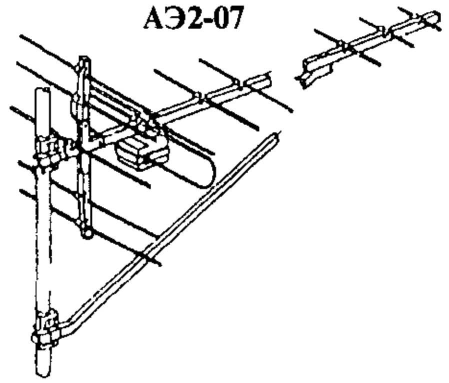
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ АЭ2-06

Номера каналов	24 49
Коэффициент усиления, дБ	14 17,5
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	26
Коэффициент защитного действия, дБ	28
Масса, кг	2,0
Марка изготовителя	ATV 26/24-49



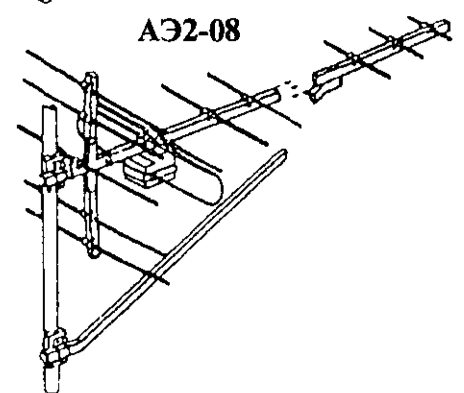
АНТЕННА ОДНОКАНАЛЬНАЯ АЭ2-07

Номер канала	24
Коэффициент усиления, дБ	16,5
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	19
Коэффициент защитного действия, дБ	26
Масса, кг	2,2
Марка изготовителя	ATV 19/24

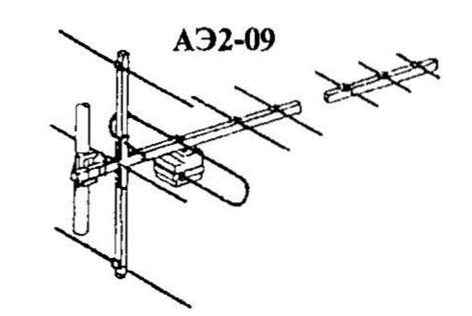


АНТЕННА ОДНОКАНАЛЬНАЯ АЭ2-08

Номер канала	51
Коэффициент усиления, дБ	17
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	21
Коэффициент защитного действия, дБ	28
Масса, кг	1,9
Марка изготовителя	ATV 21/51

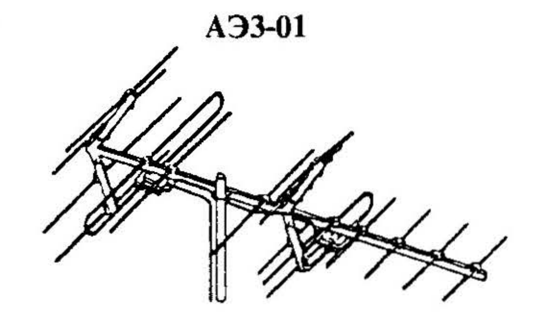


АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ АЭ2-09



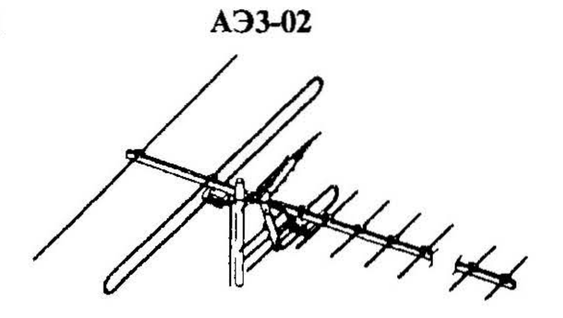
Номера каналов	21 35
Коэффициент усиления, дБ	16,5 19
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	27
Коэффициент защитного действия, дБ	28
Масса, кг	2,6
Марка изготовителя	ATV 27/21-35

АНТЕННА ДВУХДИАПАЗОННАЯ АЭ3-01



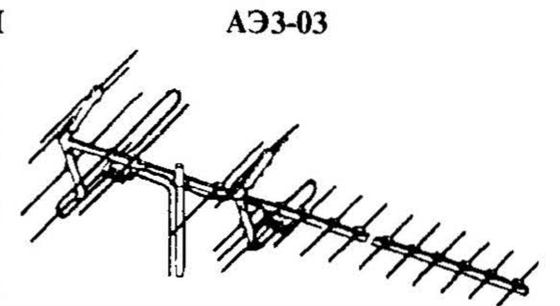
Номера каналов	6 12 и 21 60
Коэффициент усиления, дБ	6 и 6 10
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	18
Коэффициент защитного действия, дБ	13 и 26
Входное сопротивление, Ом	75
Масса, кг	1,5
Марка изготовителя	DIPOL 18/6-12/21-60

АНТЕННА ДВУХДИАПАЗОННАЯ АЭ3-02



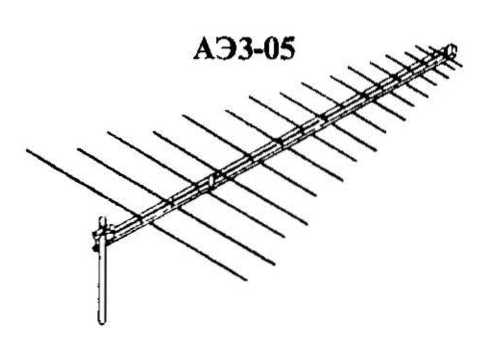
Номера каналов	3 5 и 21 60
Коэффициент усиления, дБ	3 4 и 8 12
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	21
Коэффициент защитного действия, дБ	8 и 26
Входное сопротивление, Ом	75
Масса, кг	1,6
Марка изготовителя	DIPOL 21/3-5/21-60

АНТЕННА ДВУХДИАПАЗОННАЯ АЭ3-03



Номера каналов	6 12 и 21 60
Коэффициент усиления, дБ	6 и 8 12
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	26
Коэффициент защитного действия, дБ	6 и 8 12
Входное сопротивление, Ом	75
Масса, кг	1,6
Марка изготовителя	DIPOL 26/6-12/21-60

АНТЕННА ШИРОКОДИАПАЗОННАЯ АЭ3-05



Номера каиалов	21 69
Коэффициент усиления, дБ	10
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	13
Коэффициент защитного действия, дБ	> 28
Марка изготовителя	COBER 89099

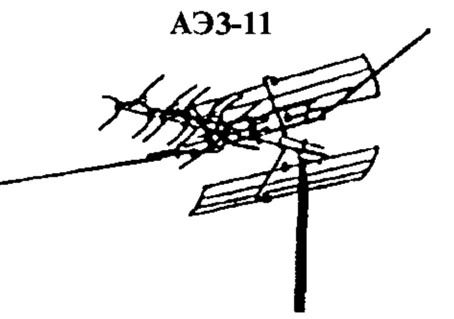
АНТЕННА ШИРОКОДИАПАЗОННАЯ АКТИВНАЯ АЭ3-07

Номера каналов	1 60
Коэффициент усиления, дБ	25 (МВ), 22 (ДМВ)
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Коэффициент защитного действия, дБ	0
Коэффициент шума, дБ	3,5 8,0
Питание	220 В, 50 Гц
Марка изготовителя	SKYMASTER DTM-500B



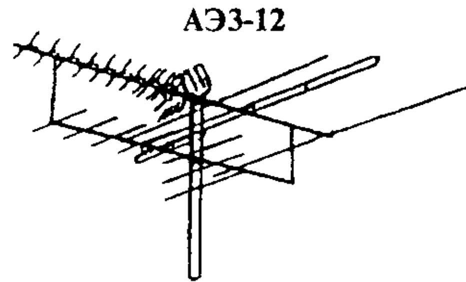
АНТЕННА ШИРОКОДИАПАЗОННАЯ АЭЗ-11

Номера каналов	1 5, 6 12, 21 69
Коэффициент усиления, дБ	3, 6,5, 9
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	1, 8, 21
Коэфф защитн действия, дБ	2, 18 23, 24 26
Масса, кг	2,0
Марка изготовителя	FUNKE DCRS 1730-2/69



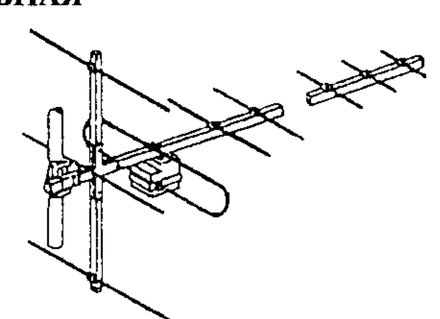
АНТЕННА ШИРОКОДИАПАЗОННАЯ АЭЗ-12

Номера каналов	1 5, 6 12, 21 69
Коэффициент усиления, дБ	5, 9,5 11, 9 15
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	3, 10, 47
Коэфф защитн действия, дБ	13 16, 20, 27
Масса, кг	4,6
Марка изготовителя	FUNKE DCRS 1760-2/69



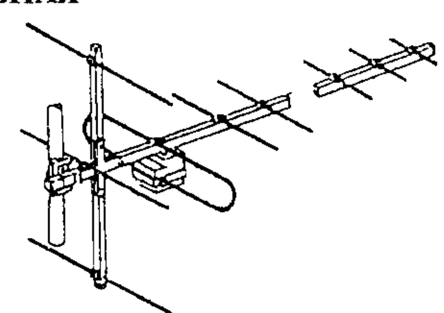
АНТЕННА ОДНОКАНАЛЬНАЯ

Номер канала	53
Коэффициент усиления, дБ	11,5
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	10
Коэффициент защитного действия, дБ	22
Масса, кг	0,8
Марка изготовителя	UAB ATV 10/53



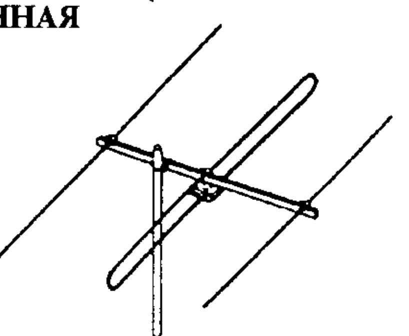
АНТЕННА ОДНОКАНАЛЬНАЯ

Номер канала	53
Коэффициент усиления, дБ	14,5
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	18
Коэффициент защитного действия, дБ	22
Масса, кг	1,0
Марка изготовителя	UAB ATV 18/53



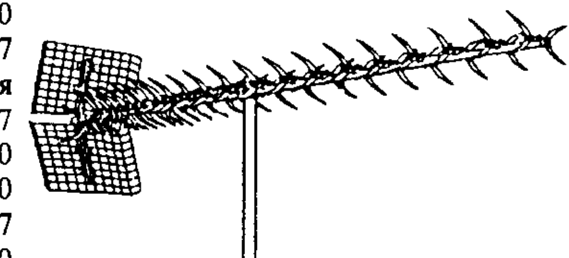
АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ

Номера каналов	3 5
Коэффициент усиления, дБ	3
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	3
Коэффициент защитного действия, дБ	8
Входное сопротивление, Ом	300
Масса, кг	1,1
Марка изготовителя	UAB DIP 3/3-5

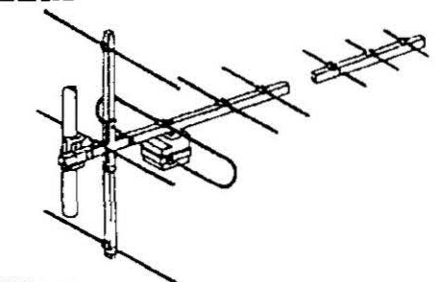


АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ

Номера каналов	21 60
Коэффициент усиления, дБ	13 17
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	87
Коэффициент защитного действия, дБ	20
Входное сопротивление, Ом	300
Масса, кг	1,7
Марка изготовителя	UAB ATX 87-21-60

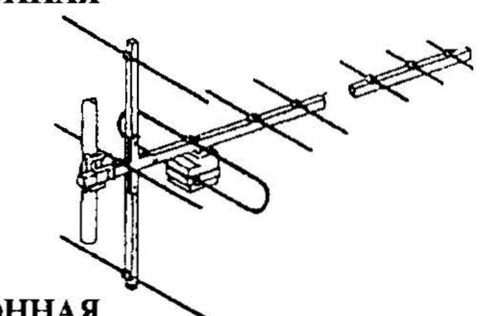


АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ



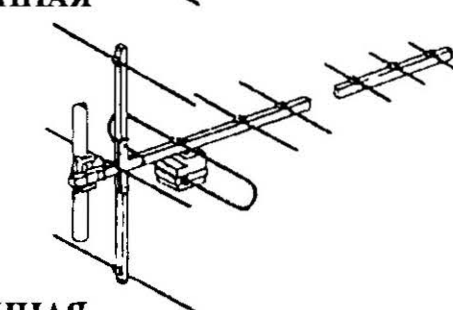
Номера каналов	21 60
Коэффициент усиления, дБ	9
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	8
Коэффициент защитного действия, дБ	18
Масса, кг	0,8
Марка изготовителя	UAB ATV 8/21-60

АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ



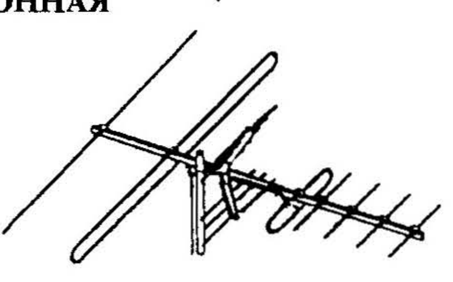
Номера каналов	21 60
Коэффициент усиления, дБ	13
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	16
Коэффициент защитного действия, дБ	22
Масса, кг	0,9
Марка изготовителя	UAB ATV 16/21-60

АНТЕННА ОДНОДИАПАЗОННАЯ



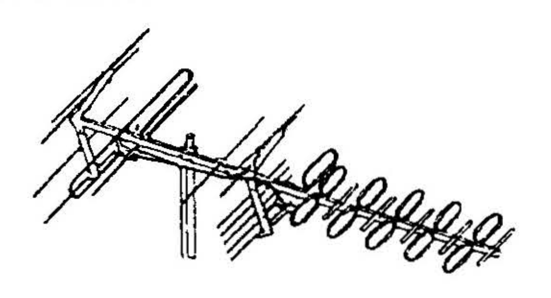
Номера каналов	21 39
Коэффициент усиления, дБ	13,5
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	13
Коэффициент защитного действия, дБ	22
Масса, кг	1,0
Марка изготовителя	UAB ATV 13/21-39

АНТЕННА ДВУХДИАПАЗОННАЯ



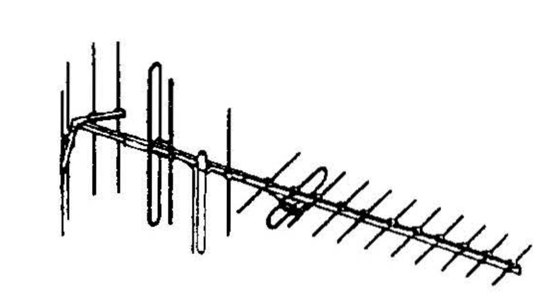
Номера каналов	3 5 и 21 60
Коэффициент усиления, дБ	3 4 и 6 10
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	13
Коэффициент защитного действия, дБ	8 и 26
Входное сопротивление, Ом	75
Масса, кг	1,5
Марка изготовителя	UAB DIP 13/3-5/21-60

АНТЕННА ДВУХДИАПАЗОННАЯ



Номера каналов	6 12 и 21 60
Коэффициент усиления, дБ	27,5 30 и 28 32
Вид поляризации сигнала	горизонтальная
Количество элементов	33
Коэффициент защитного действия, дБ	12 и 26
Входное сопротивление, Ом	75
Масса, кг	2,3
Марка изготовителя	UAB POLARIS 33/6-12/21-60W

АНТЕННА ДВУХДИАПАЗОННАЯ (с усилителем)



Номера каналов	6 12 и 21 60
Коэффициент усиления, дБ	27,5 30 и 28 32
Вид поляризации сигнала	горизонтальная и вертикальная
Количество элементов	21
Коэффициент защитного действия, дБ	12 и 26
Входное сопротивление, Ом	75
Масса, кг	1,7
Марка изготовителя	UAB DIP 20/6-12/21-60

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ АНТЕНН НАЗЕМНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Тип антенны	Номера каналов	Коэффициент усиления, дБ	Кол-во элементов	Масса, кг
АЭ1-01 (DIPOL 5/3-5)	3 5	3 8	5	1,6
АЭ1-02 (DIPOL 4/6-12)	6 12	6	4	0,6
АЭ1-03 (DIPOL 11/6-12)	6 12	8	11	1,4
АЭ1-04 (DIPOL 7/6-12)	6 12	6	7	1,0
АЭ1-09 (FUNKE R1205)	1 5	7,5 8	5	3,5
АЭ2-01 (DIPOL 19/21-60)	21 60	11	19	0,9
АЭ2-02 (POLARIS 26/21-60)	21 60	7,5 14	26	0,7
АЭ2-03 (АТХ 91-21-60)	21 60	13 18	91	2,0
АЭ2-04 (DIPOL 11/21-60)	21 60	5,5 9	11	0,7
АЭ2-06 (ATV 26/24-49)	24 49	14 17,5	26	2,0
АЭ2-07 (ATV 19/24)	24	16,5	19	2,2
АЭ2-08 (ATV 21/51)	51	17	21	1,9
АЭ2-09 (ATV 27/21-35)	21 35	16,5 19	27	2,6
АЭ3-01 (DIPOL 18/6-12/21-60)	6 12, 21 60	6, 6 10	18	1,5
АЭ3-02 (DIPOL 21/3-5/21-60)	3 5, 21-60	3 4, 8 12	21	1,6
АЭ3-03 (DIPOL 26/6-12/21-60)	6 12, 21 60	6, 8 12	26	1,6
АЭ3-05 (COBER 89099)	21 69	10	13	
АЭ3-07 (SKYMASTER DTM-500B)	1 60	25 (МВ), 22 (ДМВ)	2	
АЭ3-11 (FUNKE DCRS 1730-2/69	1 5, 6 12, 21 69	3, 6,5, 9	1, 8, 21	2,0
АЭ3-12 (FUNKE DCRS 1760-2/69	1 5, 6 12, 21 69	5, 9,5 11, 9 15	3, 10, 47	4,6
UAB ATV 10/53	53	11,5	10	0,8
UAB ATV 18/53	53	14,5	18	1,0
UAB DIP 3/3-5	3 5	3	3	1,1
UAB ATX 87-21-60	21 60	13 17	87	1,7
UAB ATV 8/21-60	21 60	9	8	0,8
UAB ATV 16/21-60	21 60	13	16	0,9
UAB ATV 13/21-39	21 39	13,5	13	1,0
UAB DIP 13/3-5/21-60	3 5, 21 60	3 4, 6 10	13	1,5
UAB Polaris 33/6-12/21-60W	6 12, 21 60	27,5 30, 28 32	33	2,3
UAB DIP 20/6-12/21-60	6 12, 21 60	27,5 30, 28 32	21	1,7

6. СПУТНИКОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

6.1. АНТЕННЫ ДЛЯ ПРИЕМА СПУТНИКОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Наибольший интерес в настоящее время представляет прием телевидения в диапазоне 11...12 ГГц, для которого наиболее применимы параболические антенны, так как параболоид вращения отражает все падающие на его апертуру и параллельные его оси лучи в одну точку, называемую фокусом. Апертурой же называется часть плоскости, ограниченной кромкой параболоида. На этом свойстве, в частности, основан принцип прожектора. Таким образом, антенный параболоид, строго говоря, не представляет собой антенну в ее понимании преобразователя напряженности электромагнитного поля в напряжение сигнала. Параболоид представляет собой лишь отражатель радиоволн, концентрируя их в фокусе, куда и должна быть помещена сама антенна.

На частоте 12 ГГц длина волны равна 2,5 см. Так как коэффициент усиления антенны пропорционален длине волны, обычные антенны в этом диапазоне имеют очень малый коэффициент усиления. Так, антенны той же конструкции, что на первом частотном канале (длина волны 600 см) в диапазоне 12 ГГц будут иметь коэффициент усиления в 240 раз меньше (на 48 дБ). Кроме того, мощность передатчиков ИСЗ, ограниченная источниками энергии, массой и габаритами, во много раз меньше мощности наземных телевизионных передатчиков. Наконец, при большом расстоянии до спутника напряженность поля в точке приема весьма мала. Все это требует использования приемных антенн, обладающих очень большим коэффициентом усиления. Параболический отражатель решает эту задачу, концентрируя энергию сигнала на антенне (называемой по аналогии с передающей антенной облучателем), помещенной в фокус параболоида. Отсюда, чем больше диаметр апертуры параболоида, тем ольше коэффициент усиления антенны.

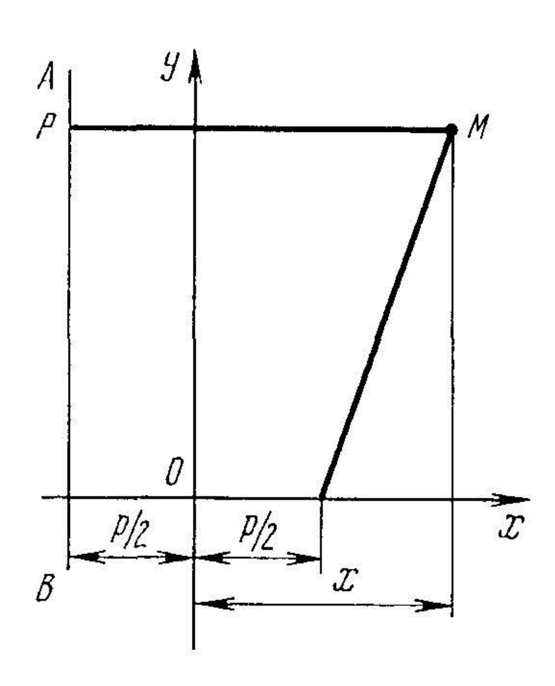


Рис. 6.1. К определению параболы

Параболоид вращения, используемый в качестве отражателя антенны, образуется вращением плоской параболы вокруг ее оси. Основное свойство (определение) параболы: параболой называется геометрическое место точек, равноудаленных от заданной точки (фокуса) и заданной прямой (директрисы). На рис. 6.1. показаны точка F - фокус и линия AB - директриса. Точка M с координатами (x, y) - одна из точек параболы. Расстояние между фокусом и директрисой называется параметром параболы и обозначается буквой p. Тогда координаты фокуса будут (p/2, 0).

Начало координат (точка 0) называется вершиной параболы.

По определению параболы отрезки MF и PM равны. Согласно теореме Пифагора $MF^2 = FK^2 - KM^2$. В то же время, FK = x-p/2, KM = y и PM = x+p/2. Тогда:

$$(x - p/2)^2 + y^2 = (x + p/2)^2.$$

Возводя в квадрат выражения в скобках и приводя подобные члены, окончательно получаем каноническое уравнение параболы:

$$y^2 = 2px$$

При постоянном значении параметра, задаваясь координатами x, находят значение правой части уравнения параболы и, после извлечения квадратного корня получают координату y.

Парабола - кривая линия, симметричная относительно оси абсцисс (рис. 6.2), называемой осью параболы. Проведем касательную HK к параболе в точке M и нормаль MD к той же точке, перпендикулярную касательной. Можно доказать, что отрезки KO и Ox равны. Тогда KE = EM и равны между собой треугольники PEM и KEF, При этом равны также PE и EF и по равенству трех сторон равны треугольники PEM и EMF. Из их равенства следует, что равны углы PME и EMF, а значит и углы HMC и EMF. Отсюда очевидно равенство углов CMD и DMF - угла падения и угла отражения. Это доказывает, что все лучи, падающие на параболу параллельно ее оси, пересекаются в фокусе. Наконец, благодаря тому, что сумма отрезков CM + MP равна сумме отрезков CM + MF, следует вывод: электромагнитные волны, падающие на апертуру параболоида параллельно оси, поступают к фокусу синфазно. Это крайне важно для антенны, так как иначе лучи, отраженные разными точками поверхности параболоида, сходились бы в фокусе с разными фазами, и сложение сигналов получалось бы с меньшим результатом.

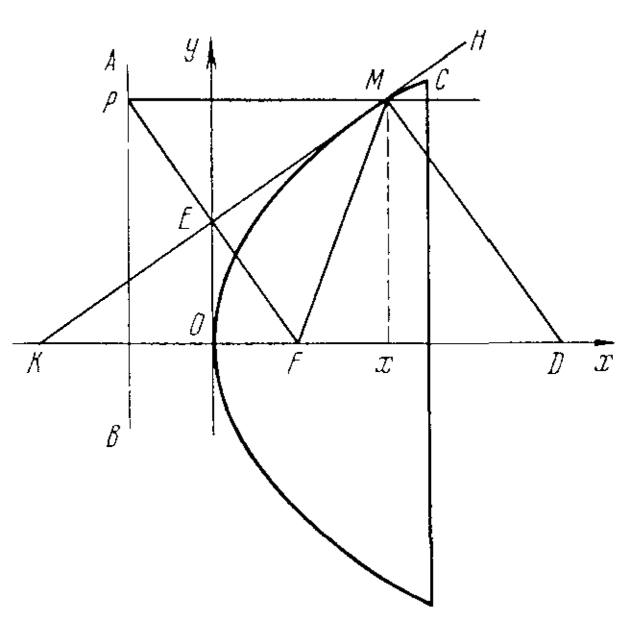


Рис. 6.2 Сходимость лучей в фокусе параболоида

Самостоятельное изготовление параболического отражателя достаточно трудоемко. В промышленных условиях параболоид вытягивается из дюралевого листа с помощью мощных гидравлических прессов. Одновременно в поверхности параболоида вырубается большое количество маленьких отверстий, которые не влияют на его работу, но значительно уменьшают парусность. К другой разновидности относятся параболоиды, изготовленные из пластических масс методом литься с последующей металлизацией поверхности напылением. В любительских условиях ни тот, ни другой метод невозможны. Однако, в радиолюбительской литературе неоднократно приводились достаточно простые технологии изготовления самодельных параболоидов методом выклейки стеклотканью по шаблону с последующей оклейкой

фольгой. В некоторых источниках также приводятся готовые таблицы вычисленных координат параболы одного определенного параметра, что позволяет избавиться от несложного, но громоздкого расчета. Если же окажется целесообразным использование параболы с другим значением параметра, такой расчет придется выполнить.

Выбор параметра параболы определяет глубину параболоида, то есть расстояние между вершиной и фокусом. При одинаковом диаметре апертуры короткофокусные параболоиды обладают большой глубиной, что делает крайне неудобным установку облучателя в фокусе. Кроме того, в короткофокусных параболоидах расстояние от облучателя до вершины зеркала значительно меньше, чем до его краев, что приводит к неравномерности амплитуд у облучателя для волн, отразившихся от кромки параболоида и от зоны, близкой к вершине. Длиннофокусные параболоиды имеют меньшую глубину, установка облучателя оказывается удобнее и амплитудное распределение становится равномернее. Так, при диаметре апертуры 1,2 м и параметре параболы 200 мм глубина параболоида оказывается равной 900 мм, а при параметре 750 мм - всего 240 мм. Если параметр превышает радиус апертуры, фокус, в котором должен находиться облучатель, располагается вне объема, ограниченного параболоидом и апертурой. Оптимальным как раз считается выбор параметра несколько большим, чем радиус апертуры.

В качестве облучателя обычно используется открытый конец круглого волновода, конический (или более сложной формы) рупор, если принимается сигнал линейной поляризации, а также спиральный облучатель при круговой поляризации.

Наконец, антенна должна быть оснащена юстировочным устройством для точного наведения на ИСЗ по двум координатам: азимуту и углу места. Геостационарные ИСЗ размещены на круговой орбите, плоскость которой совпадает с экваториальной плоскостью Земли, и характеризуются только одной координатой - восточной или западной долготой. Если бы точка приема находилась на экваторе, ориентировать антенну на спутник достаточно было бы также только по одной координате - по углу места, поворачивая антенну в той же плоскости. Когда точка приема находится не на экваторе, при разных значениях долготы спутников направления на них отличаются уже как углами места, так и азимутами. Зная с достаточной точностью долготу конкретного ИСЗ и координаты точки приема (широту и долготу) можно сравнительно просто вычислить необходимое направление антенны на этот спутник по азимуту и углу места. Тем не менее, по самым разным причинам абсолютно точно определить необходимое направление антенны на спутник невозможно. К таким причинам относятся неточность известных координат наземной точки приема, неточность отсчета азимутального направления антенны из-за неточности направления на географический Север (использование компаса недопустимо из-за наличия магнитного склонения и влияния магнитных масс), наконец, неточностей выполнения антенного отражателя и установки облучателя. Ширина главного лепестка диаграммы направленности параболоида очень мала. Поэтому без предварительного определения необходимого направления антенны на спутник методом вычисления практически невозможно "поймать" его сигнал, а после ориентирования по результатам вычислений необходимо осуществить тонкую юстировку направления антенны непосредственно по приему сигнала спутникового ретранслятора.

Определение направления антенны на спутник путем вычисления азимута и угла места оси параболоида производится в следующем порядке. Сначала вычисляется разность долгот:

$$\Delta\beta = \beta_1 - \beta_2,$$

где β_1 - долгота точки приема, а β_2 - долгота спутника. Здесь значения долготы подставляются обязательно с учетом знака: при западной долготе - с отрицательным знаком. Затем находится угловое расстояние между точкой приема и положением спутника над экватором:

$$C = \arccos(\cos\Delta\beta\cos\alpha),$$

где α - северная широта точки приема. Теперь находится азимут направления антенны на спутник А:

$$A = 180 \pm \operatorname{arctg}\frac{\operatorname{tg}\Delta\beta}{\sin\alpha}.$$

Здесь знак плюс применяется, когда спутник расположен западнее точки приема, а минус - когда он восточнее.

Угол места направления антенны находят по формуле:

$$M = \operatorname{arctg}\frac{\cos C - 0,15105}{\sin C}.$$

Азимут отсчитывается от направления на Север по часовой стрелке, угол места - над горизонтальным направлением вверх. Все углы выражаются в градусах и их десятичных долях. Если известна координата, выраженная в градусах, минутах и секундах, ее переводят в градусы таким способом:

$$55°42'36'' = 55 + 42/60 + 36/3600 = 55,71°.$$

Координаты точки приема используют с максимальной точностью. Крупные города достаточно протяженны. К примеру Москва в пределах МКАД простирается от 55°34'30'' до 55°55'00'' северной широты и брать какое-то усредненное значение широты не следует. То же относится и к долготе. Лучше всего определять координаты точки приема по топографической карте.

Таблица 6

Программа для ориентирования антенны

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
01	ИП1	61	11	+	10	21	П9	49
02	ИП2	62	12	С/П	50	22	ИП8	68
03	–	11	13	ИП6	66	23	ИП5	65
04	П6	46	14	cos	1Г	24	-	11
05	tg	1E	15	ИП3	63	25	ИП9	69
06	ИП3	63	16	cos	1Г	26	:	13
07	sin	1C	17	x	12	27	arctg	1L
08	.	13	18	П8	48	28	С/П	50
09	arctg	1L	19	arccos	1-			
10	ИП4	64	20	sin	1C			

Вычислить азимут и угол места антенны можно с помощью программируемого микрокалькулятора. В таблице 6.1 приведена программа для микрокалькулятора МЗ-34 или аналогичных ему. Если спутник восточнее точки приема, при загрузке программы команду 11 нужно заменить на "минус", а у вычисленного азимута поменять знак. После загрузки программы заносятся операнды: азимут точки приема β_1 - в регистр 1, азимут спутника с положительным знаком при восточной долгот или с отрицательным знаком при западной β_2 - в регистр 2, широта точки приема α - в регистр 3, 180 - в регистр 4, 0,15105 - в регистр 5. После нажатия клавиш В/0 и С/П вычисляется азимут А и высвечивается на дисплее. При повторном нажатии клавиши С/П вычисляется угол места М, также отображаемый на дисплее.

Приведем несколько примеров для контроля программы.

Пример 1.

$\beta_1 = 37°46'$ вд $= 37{,}766667°$, $\beta_2 = 12{,}3°$ вд, $\alpha = 55°36'40'' = 55{,}611111°$.
А = 209,99°, М = 22,65°.

Пример 2.

$\beta_1 = 37°46'$ вд $= 37{,}766667°$, $\beta_2 = 14°$зд $= -14°$, $\alpha = 55°36'40'' = 55{,}611111$.
А = 236,97°, М = 11,96°.

Пример 3.

$\beta_1 = 37°36'$ вд $= 37{,}6°$, $\beta_2 = 51°$вд, $\alpha = 42°12' = 42{,}2°$.
А = 199,53°, М = 39,4°.

В приведенных примерах результаты округлены до второго знака после запятой.

Рассмотренный метод ориентирования антенны по направлению на ИСЗ называется азимутально-угломестным, так как оно производится по двум координатам: по азимуту и по углу места. Отличительная особенность этого метода ориентирования состоит в том, что для ориентирования по азимуту антенна вращается вокруг оси, расположенной вертикально относительно поверхности Земли, которая называется азимутальной осью опорно-поворотного устройства антенны. Поэтому на любой широте точки приема за исключением северного и южного полюсов азимутальная ось пересекает плоскость экватора и, соответственно плоскость геостационарной орбиты под острым углом. Это приводит к тому, что каждому спутнику, размещенному на геостационарной орбите, соответствуют для данной точки приема персональные значения азимута и угла места направления антенны. Естественно, что при переориентировании антенны с одного спутника на другой приходится изменять направление антенны, как по азимуту, так и по углу места.

В отличие от азимутально-угломестной ориентации существует метод полярной ориентации, который позволяет производить переориентирование антенны с одного спутника на другой только по одной координате. Для этого вращение антенны по азимуту должно происходить не вокруг вертикальной азимутальной оси, а вокруг дополнительной оси, параллельной оси вращения Земли, соединяющей северный и южный географические полюсы. В связи с тем, что в направлении оси вращения Земли находится Полярная звезда, эта дополнительная ось называется полярной осью. Конструкция такого опорно-поворотного устройства антенны показана на рис. 6.3. Для полярной

ориентации по-прежнему требуется наличие механизма вертикальной оси и поворота антенны вокруг этой оси, а также механизма поворота антенны по углу места. Однако, эти механизмы используются только один раз, при установке антенны. В дальнейшем переориентирование антенны с одного спутника на другой осуществляется только поворотом вокруг полярной оси.

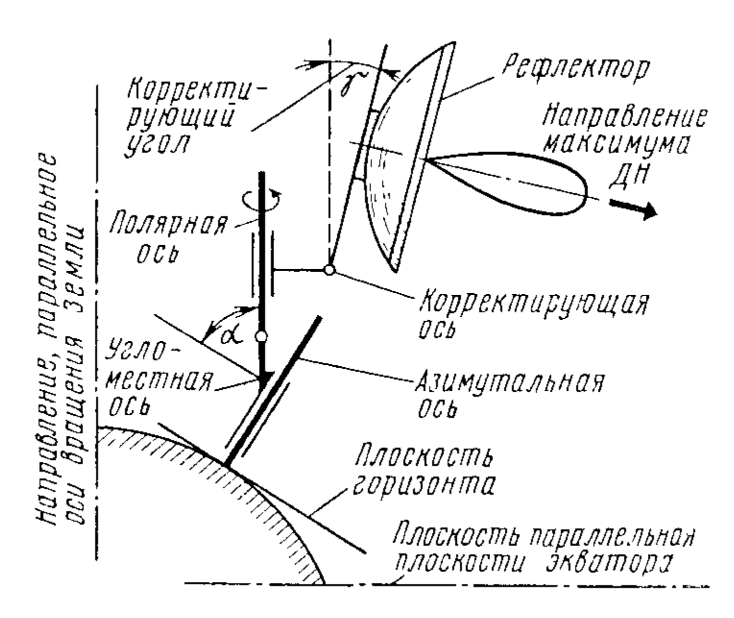


Рис. 6.3 Основы конструкции антенны

На рис. 6.4 показано взаимное положение точки М, находящейся на плоскости геостационарной орбиты, точки приема А, имеющей широту α , и оси вращения Земли, направленной на Полярную звезду и наклоненной относительно плоскости земной орбиты, называемой эклиптикой. Тогда при вращении антенны вокруг полярной оси максимум диаграммы направленности будет описывать круглый прямой конус, ось которого перпендикулярна экваториальной плоскости, то есть плоскости орбиты всех геостационарных спутников. Очевидно, что при этом для ориентирования на любой геостационарный спутник, не затененный Землей, достаточно повернуть антенну только вокруг полярной оси.

Установка антенны производится следующим образом. Сначала необходимо как можно точнее определить в точке приема направление Север-Юг. Для этого на горизонтальной плоскости, выверенной по уровню, устанавливают по отвесу вертикальный штырь. В солнечную погоду следят за тенью штыря на плоскости, отмечая на ней длину тени. Наиболее короткая тень получается в истинный полдень, когда тень направлена на Север. В связи с тем, что вблизи полудня длина тени изменяется мало, удобнее отметить две равноудаленные от штыря точки конца тени и провести линию Север-Юг посредине между этими точками. Такой метод удобнее, чем предлагаемый иногда, при котором отмечают направление тени в момент истинного полудня, для чего нужно знать этот момент для данной точки приема и учитывать декретное время, а также вошедшие в моду регулярные переходы на "зимнее" и "летнее" время.

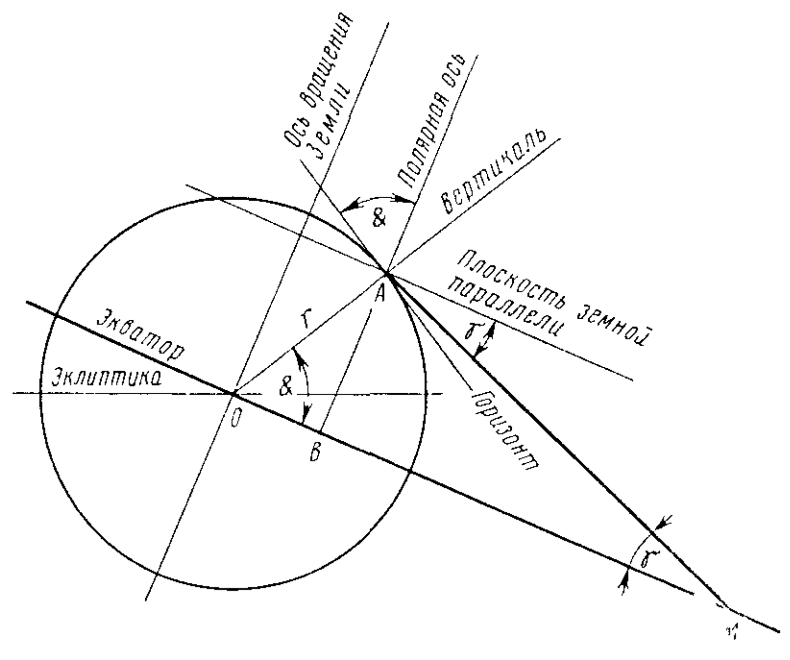


Рис. 6.4 К установке антенны полярной ориентации

Затем по отвесу устанавливают азимутальную ось вертикально, поворачивают вокруг нее антенну на Юг и регулировкой угла места устанавливают полярную ось под углом к горизонту, равным географической широте точки приема &. Тогда ось параболоида, вертикальная и полярная оси окажутся в одной плоскости, соответствующей плоскости рисунка 6.4.

Если ось параболоида перпендикулярна полярной оси, она лежит в плоскости географической параллели. Чтобы параболоид "смотрел" в точку М, его нужно довернуть относительно полярной оси на корректирующий угол γ.

Определим угол коррекции γ по рис. 6.4. Обозначим средний радиус Земли - $r=6370$ км и радиус геостационарной орбиты ОМ - $R=35875+6370= 42245$ км. Тогда:

$$\mathrm{tg}\gamma = \frac{AB}{BM} = \frac{r\sin\alpha}{R-OB} = \frac{r\sin\alpha}{R-r\cos\alpha} = \frac{\sin\alpha}{R/r-\cos\alpha}.$$

Откуда:

$$\gamma = \mathrm{arctg}\frac{\sin\alpha}{R/r-\cos\alpha} = \frac{\sin\alpha}{6,632-\cos\alpha}.$$

В зависимости от широты точки приема угол коррекции можно определить по графику, приведенному на рис. 6.5.

В условиях полярной ориентации антенны часто допускается ошибка, когда считают, что достаточно на валу полярной оси установить шкалу отсчета разности долгот точки приема и спутника ($\beta_1-\beta_2$), и по этой шкале антенна будет точно ориентирована на спутник. Ошибка обусловлена предположением о том, что траектория точки пересечения луча антенны с плоскостью геостационарной орбиты совпадает с самой орбитой. В действительности это не так. Центр окружности геостационарной орбиты расположен в центре Земли, а центр окружности основания конуса лучей антенны на плоскости геостационарной орбиты смещен относительно центра Земли на расстояние $r\cos\alpha$, что например на широте 45° составляет более 4500 км. Указанные две окружности сливаются только на долготе точки приема, а на других долготах

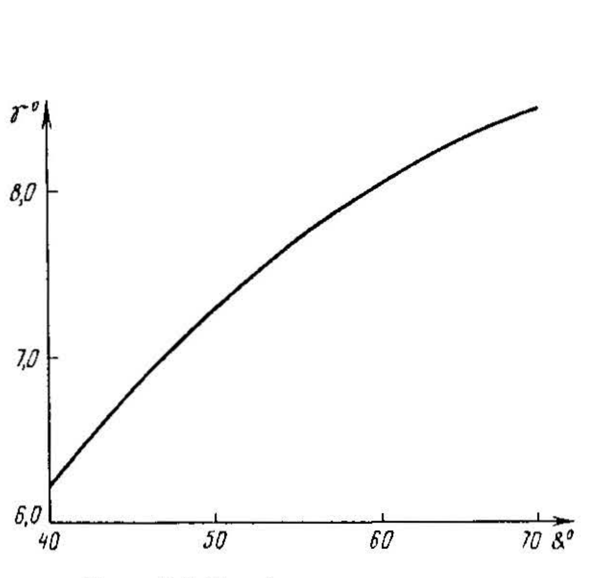


Рис. 6.5 График зависимости угла коррекции

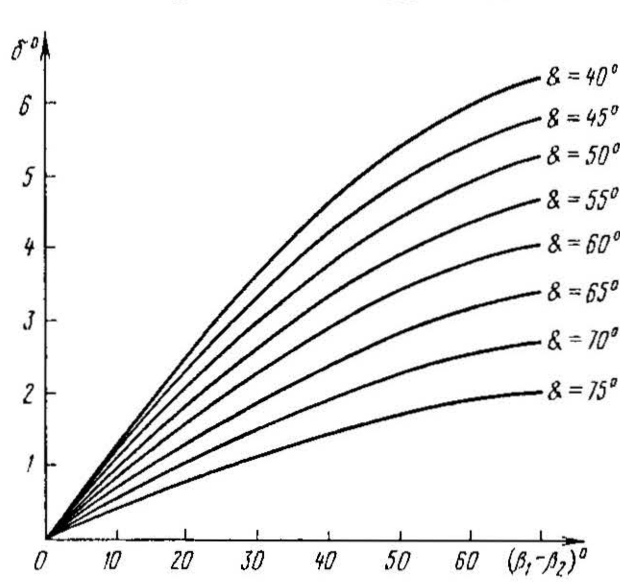


Рис. 6.6 График поправок

окружность лучей антенны расположена внутри окружности геостационарной орбиты. Чем больше разница долгот, тем больше отклонение. Поэтому если ИСЗ находится восточнее или западнее точки приема, к указанной разности долгот необходимо прибавить поправку δ, которую можно вычислить по формуле:

$$\delta = \operatorname{arctg}\frac{R\sin(\beta_1 - \beta_2)}{R\cos(\beta_1 - \beta_2) - r\cos\alpha} - (\beta_1 - \beta_2),$$

или найти по графику рис. 6.6. Поправка, вычисленная по формуле, берется с тем знаком, который получился при вычислении. При использовании графика поправка берется с минусом, если долгота ИСЗ больше долготы точки приема. В обоих случаях результирующий угол поворота антенны на спутник получается по абсолютной величине больше разности долгот.

Приведем несколько примеров для контроля.

Пример 1.

$\beta_1 = 37{,}77°$ вд, $\beta_2 = 12{,}3°$ вд, $\alpha = 55{,}61°$.

$\beta_1 - \beta_2 = 25{,}47°$, $\delta = 2{,}27°$, $\beta = 25{,}47 + 2{,}27 = 27{,}74°$.

Пример 2.

$\beta_1 = 37{,}77°$ вд, $\beta_2 = 90°$ вд, $\alpha = 55{,}61°$.

$\beta_1 - \beta_2 = -52{,}23°$, $\delta = -4{,}06°$, $\beta = -52{,}23 - 4{,}06 = -56{,}29°$.

Пример 3.

$\beta_1 = 37{,}77°$ вд, $\beta_2 = 16°$ зд $= -16°$, $\alpha = 55{,}61°$.

$\beta_1 - \beta_2 = 37{,}77 + 16 = 53{,}77°$, $\delta = 4{,}14°$, $\beta = 57{,}91°$.

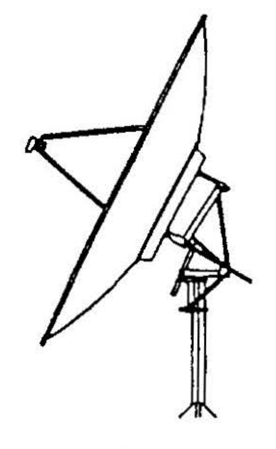
АНТЕННЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПРИЕМА СПУТНИКОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ИЗ КАТАЛОГА ФИРМЫ "БЕЛКА"

Белка

Антенны промышленного производства для непосредственного приема телевизионных передач, которые транслируются передатчиками геостационарных искусственных спутников Земли, подразделяются на осесимметричные и офсетные. В свою очередь, осесимметричные параболические отражатели в зависимости от габаритов выполняются либо цельными, либо в виде сборной конструкции, что облегчает их упаковку и транспортировку. Некоторые антенны поставляются в комплекте с опорно-поворотным устройством (при этом указан тип подвески). Полярная подвеска гарантирует возможность переориентирования антенны с одного геостационарного спутника на другой путем ее поворота только вокруг одной оси, параллельной оси вращения Земли. Поворот же вокруг горизонтальной оси является настроечным и осуществляется только один раз в зависимости от географической широты точки приема. Это достигается усложнением конструкции опорно-поворотного устройства. При азимутально-угломестной подвеске переориентирование антенны с одного спутника на другой приходится каждый раз выполнять путем поворота антенны вокруг двух осей: вертикальной (по азимуту) и горизонтальной (по углу места). Это усложняет переориентирование антенны, но упрощает ее конструкцию.

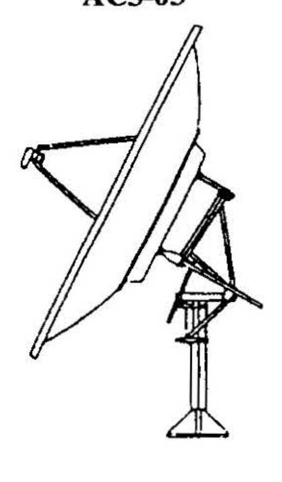
ЦЕЛЬНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА АСЗ-01

Тип подвески	полярная
Диаметр зеркала, мм	2500
Фокусное расстояние, мм	1000
Параметр F/D	0,4
Диапазон частот, ГГц	10,95...12,75
Ширина луча, град.	0,7
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	47,5
Уровень боковых лепестков не более , дБ	-21
Диапазон установки угла места, град.	10...50
Диапазон поворота по азимуту, град.	±60
Масса, кг	98
Фирма-изготовитель	Супрал



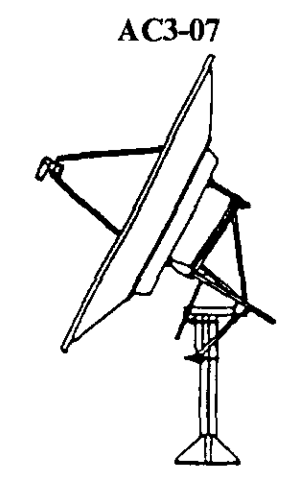
ЦЕЛЬНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА АСЗ-03

Тип подвески	полярная
Диаметр зеркала, мм	2000
Фокусное расстояние, мм	780
Параметр F/D	0,39
Диапазон частот, ГГц	10,95...12,75
Ширина луча, град.	0,9
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	46,0
Уровень боковых лепестков не более , дБ	-21
Диапазон установки угла места, град.	10...50
Диапазон поворота по азимуту, град.	±60
Масса, кг	80
Фирма-изготовитель	Супрал



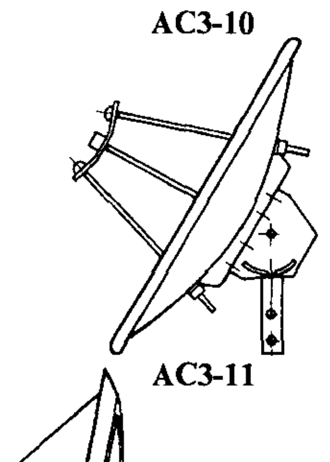
ЦЕЛЬНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА АС3-07

Тип подвески	полярная
Диаметр зеркала, мм	1650
Фокусное расстояние, мм	660
Параметр F/D	0,4
Диапазон частот, ГГц	10,95...12,75
Ширина луча, град.	1,1
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	44,3
Уровень боковых лепестков не более , дБ	-21
Диапазон установки угла места, град.	10...50
Диапазон поворота по азимуту, град.	±70
Масса, кг	42
Фирма-изготовитель	Супрал



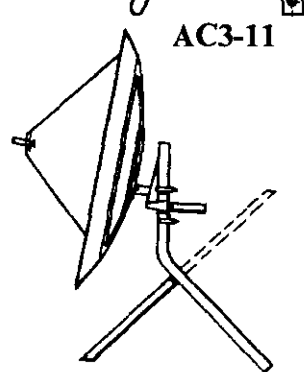
ЦЕЛЬНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА АС3-10

Диаметр зеркала, мм	900
Фокусное расстояние, мм	338
Параметр F/D	0,375
Диапазон частот, ГГц	10,95...12,75
Ширина луча, град.	1,5
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	38,0
Масса, кг	8
Фирма-изготовитель	Супрал



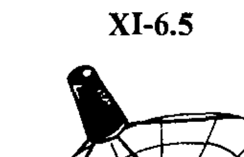
ЦЕЛЬНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА АС3-11

Диаметр зеркала, мм	1200
Фокусное расстояние, мм	480
Параметр F/D	0,4
Диапазон частот, ГГц	10,9...11,7
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	40,5
Масса, кг	10
Фирма-изготовитель	Супрал



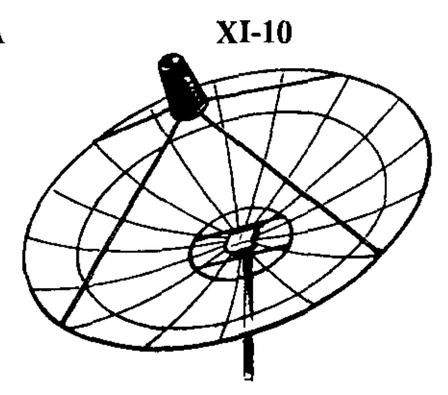
СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА XI-6.5

Диаметр зеркала, мм	2050
Фокусное расстояние, мм	788
Параметр F/D	0,38
Диапазон частот, ГГц	1...12,75
Коэффициент усиления (4,2 ГГц), дБ	37,0
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	45,6
Количество секторов параболоида	4
Масса, кг	36
Фирма изготовитель	KAUL-TRONICS INC

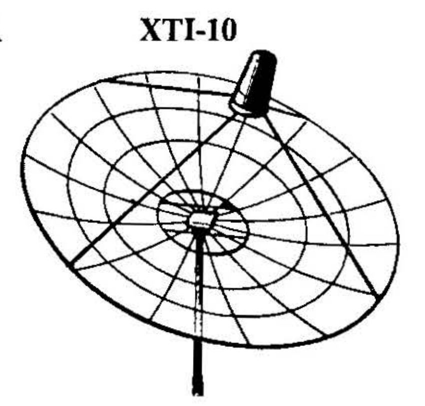


СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА XI-10

Диаметр зеркала, мм	3000
Фокусное расстояние, мм	1168
Параметр F/D	0,39
Диапазон частот, ГГц	1...12,75
Коэффициент усиления (4,2 ГГц), дБ	40,3
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	48,2
Количество секторов параболоида	4
Масса, кг	73
Фирма изготовитель	KAUL-TRONICS INC

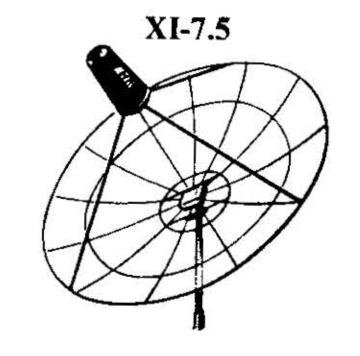


СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА XTI-10



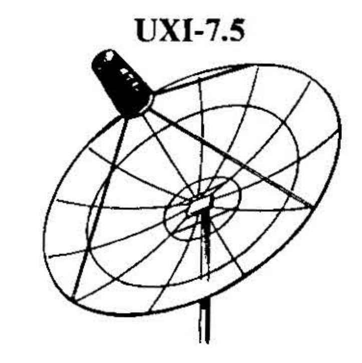
Диаметр зеркала, мм	3000
Фокусное расстояние, мм	1168
Параметр F/D	0,39
Диапазон частот, ГГц	1...12,75
Коэффициент усиления (4,2 ГГц), дБ	41,0
Коэффициент усиления (12,2 ГГц), дБ	49,0
Количество секторов параболоида	4
Масса, кг	86
Фирма изготовитель	KAUL-TRONICS INC

СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА XI-7.5



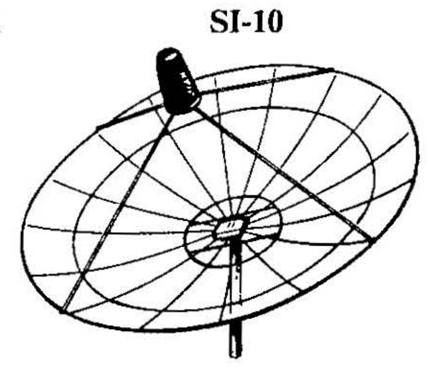
Диаметр зеркала, мм	2300
Фокусное расстояние, мм	917
Параметр F/D	0,40
Диапазон частот, ГГц	1...12,75
Коэффициент усиления (4,2 ГГц), дБ	38,2
Коэффициент усиления (12,2 ГГц), дБ	46,3
Количество секторов параболоида	4
Масса, кг	45
Фирма изготовитель	KAUL-TRONICS INC

СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА UXI-7.5



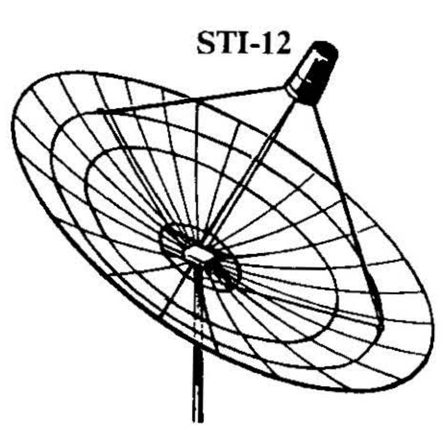
Диаметр зеркала, мм	2300
Фокусное расстояние, мм	917
Параметр F/D	0,40
Диапазон частот, ГГц	1...12,75
Коэффициент усиления (4,2 ГГц), дБ	38,3
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	46,5
Количество секторов параболоида	8
Масса, кг	47,5
Фирма изготовитель	KAUL-TRONICS INC

СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА SI-10



Диаметр зеркала, мм	3000
Фокусное расстояние, мм	1168
Параметр F/D	0,39
Диапазон частот, ГГц	1...12,75
Коэффициент усиления (4,2 ГГц), дБ	40,2
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	47,8
Количество секторов параболоида	4
Масса, кг	72
Фирма изготовитель	KAUL-TRONICS INC

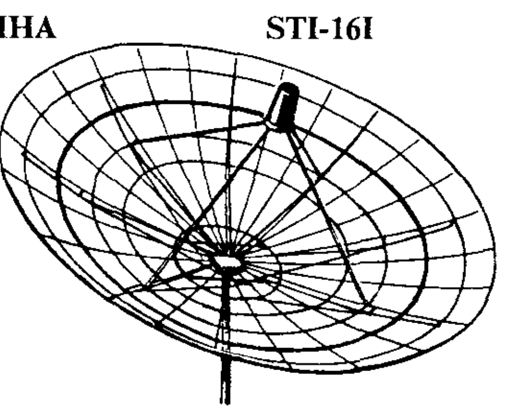
СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА STI-12



Диаметр зеркала, мм	3650
Фокусное расстояние, мм	1499
Параметр F/D	0,41
Диапазон частот, ГГц	1...12,75
Коэффициент усиления (4,2 ГГц), дБ	42,3
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	49,8
Количество секторов параболоида	8
Масса, кг	97
Фирма изготовитель	KAUL-TRONICS INC

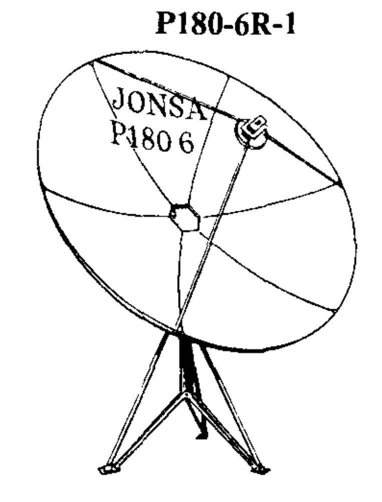
СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА STI-16I

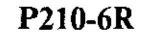
Диаметр зеркала, мм	5000
Фокусное расстояние, мм	1499
Параметр F/D	0,30
Диапазон частот, ГГц	1...12,75
Коэффициент усиления (3,95 ГГц), дБ	44,2
Коэффициент усиления (4,2 ГГц), дБ	44,5
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	52,0
Количество секторов параболоида	16
Масса, кг	263
Фирма изготовитель	KAUL-TRONICS INC



СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА P180-6R-1

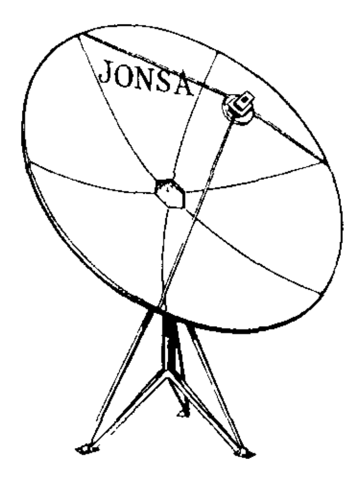
Диаметр зеркала, мм	1800
Фокусное расстояние, мм	682
Параметр F/D	0,38
Диапазон частот, ГГц	3,7...12,75
Коэффициент усиления (3,7-4,2 ГГц), дБ	35,9
Коэффициент усиления (11-13 ГГц), дБ	45,5
Количество секторов параболоида	6
Масса нетто, кг	29
Масса брутто, кг	32,5
Фирма изготовитель	JONSA





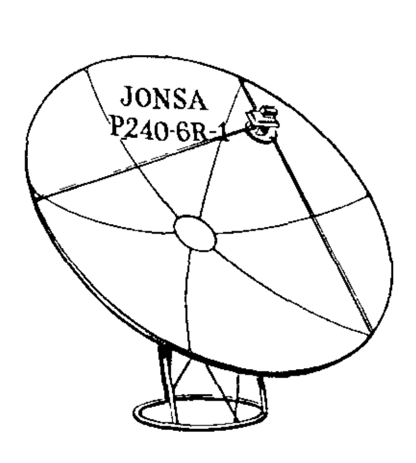
СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА P210-6R

Диаметр зеркала, мм	2100
Фокусное расстояние, мм	798
Параметр F/D	0,38
Диапазон частот, ГГц	3,7. .12,75
Коэффициент усиления (3,7-4,2 ГГц), дБ	37,2
Коэффициент усиления (11-13 ГГц), дБ	47,3
Количество секторов параболоида	6
Масса нетто, кг	45
Масса брутто, кг	47,5
Фирма изготовитель	JONSA



СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА P240-6R-1

Диаметр зеркала, мм	2400
Фокусное расстояние, мм	915
Параметр F/D	0,38
Диапазон частот, ГГц	3,7...12,75
Коэффициент усиления (3,7-4,2 ГГц), дБ	38,4
Коэффициент усиления (11-13 ГГц), дБ	48,0
Количество секторов параболоида	6
Масса нетто, кг	56
Масса брутто, кг	58,0
Фирма изготовитель	JONSA

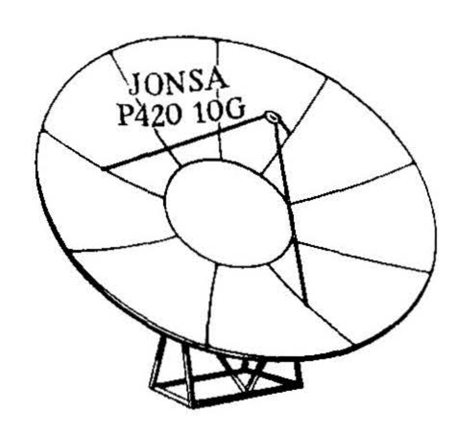


СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА P320-9G-1

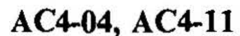
Диаметр зеркала, мм	3200
Фокусное расстояние, мм	1120
Параметр F/D	0,35
Диапазон частот, ГГц	3,7 12,75
Коэффициент усиления (3,7-4,2 ГГц), дБ	40,9
Коэффициент усиления (11-13 ГГц), дБ	50,7
Количество секторов параболоида	9
Масса нетто, кг	168
Масса брутто, кг	173
Фирма изготовитель	JONSA

СБОРНАЯ ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ АНТЕННА P420-10G

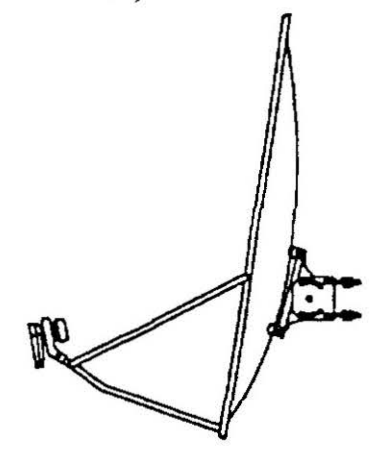
Диаметр зеркала, мм	4200
Фокусное расстояние, мм	1470
Параметр F/D	0,35
Диапазон частот, ГГц	3,7 12,75
Коэффициент усиления (3,7-4,2 ГГц), дБ	43,8
Коэффициент усиления (11-13 ГГц), дБ	53,0
Количество секторов параболоида	10
Масса нетто, кг	393
Масса брутто, кг	400
Фирма изготовитель	JONSA



ОФСЕТНЫЕ АНТЕННЫ

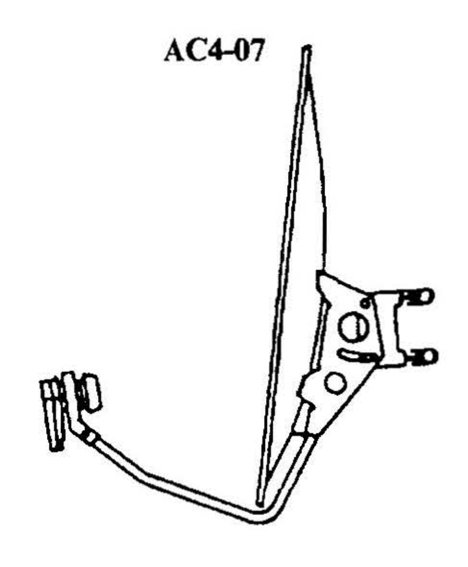


Тип подвески	азимутально-угломестная
Размеры зеркала, мм	900 x 1000
Фокусное расстояние, мм	450
Диапазон частот, ГГц	10,95 12,75
Ширина луча, град	2,0
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	39,0
Уровень боковых лепестков не более , дБ	-25
Диапазон установки угла места, град	15 45
Диапазон поворота по азимуту, град	0 360
Масса, кг	8
Фирма-изготовитель	Супрал



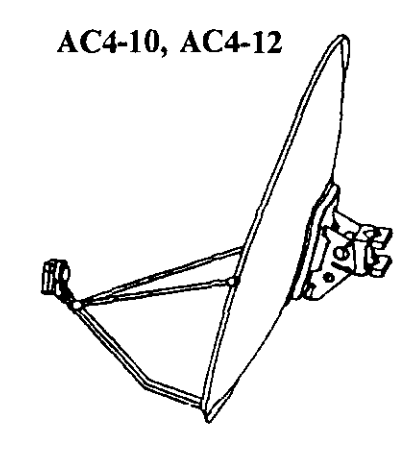
ОФСЕТНАЯ АНТЕННА АС4-07

Тип подвески	азимутально-угломестная
Размеры зеркала, мм	700 x 800
Фокусное расстояние, мм	350
Диапазон частот, ГГц	10,95 12,75
Ширина луча, град	2,5
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	36,9
Уровень боковых лепестков не более , дБ	-25
Диапазон установки угла места, град	15 45
Диапазон поворота по азимуту, град	0 360
Масса, кг	6
Фирма-изготовитель	Супрал



ОФСЕТНЫЕ АНТЕННЫ

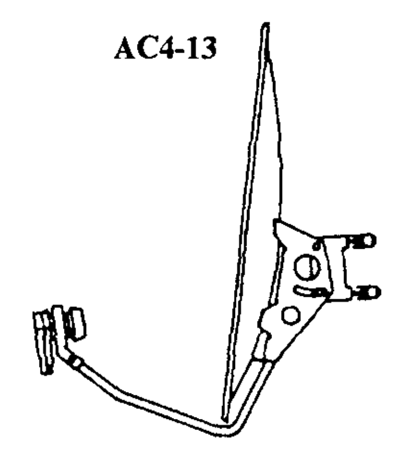
АС4-10, АС4-12



Тип подвески	азимутально-угломестная
Размеры зеркала, мм	1200 х 1340
Фокусное расстояние, мм	600
Диапазон частот, ГГц	10,95 12,75
Ширина луча, град	1,5
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	41,2
Уровень боковых лепестков не более , дБ	-25
Диапазон установки угла места, град	15 45
Диапазон поворота по азимуту, град	0 360
Масса, кг	12
Фирма-изготовитель	Супрал

ОФСЕТНАЯ АНТЕННА

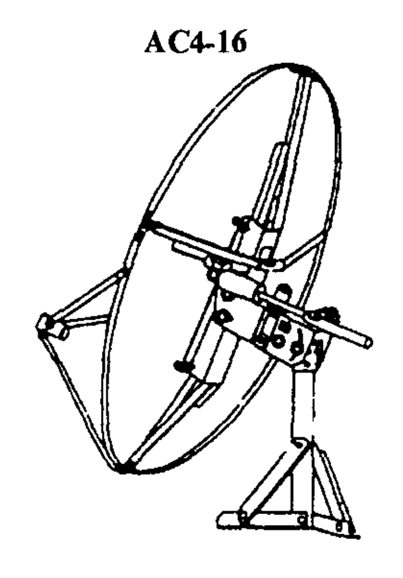
АС4-13



Тип подвески	азимутально-угломестная
Размеры зеркала, мм	600 х 650
Фокусное расстояние, мм	300
Диапазон частот, ГГц	10,95 12,75
Ширина луча, град	2,9
Коэффициент усиления (11,3 ГГц), дБ	35,5
Уровень боковых лепестков не более , дБ	-25
Диапазон установки угла места, град	15 45
Диапазон поворота по азимуту, град	0 360
Масса, кг	5
Фирма-изготовитель	Супрал

ОФСЕТНАЯ АНТЕННА

АС4-16



Диаметр зеркала, мм	1600
Фокусное расстояние, мм	350
Диапазон частот, ГГц	10,9 12,5
Коэффициент усиления (11,7 ГГц), дБ	44,5
Диапазон установки угла места, град	9 72
Диапазон поворота по азимуту, град	0 160
Масса, кг	60
Фирма-изготовитель	Супрал

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ СПУТНИКОВЫХ АНТЕНН

Тип антенны	Тип Подвески	Размеры, мм	Диапазон частот, ГГц	Коэффициент усиления, дБ	Масса, кг
АС3-01	Полярная	∅ = 2500	10,95 12,75	47,5	98
АС3-03	Полярная	∅ = 2000	10,95 12,75	46	80
АС3-07	Полярная	∅ = 1650	10,95 12,75	44,3	42
АС3-10		∅ = 900	10,95 12,75	38	8
АС3-11		∅ = 1200	10,9 11,7	40,5	10
XI-6,5		∅ = 2050	1 12,75	37 45,6	36
XI-10		∅ = 3000	1 12,75	40,3 48,2	73
XTI-10		∅ = 3000	1 12,75	41,0 49,0	86
XI-7,5		∅ = 2300	1 12,75	38,2 46,3	45
UXI-7,5		∅ = 2300	1 12,75	38,3 46,5	47,5
SI-10		∅ = 3000	1 12,75	40,2 47,8	72
STI-12		∅ = 3650	1 12,75	42,3 49,8	97
STI-16I		∅ = 5000	1 12,75	44,2 44,5	263
P180-6R-1		∅ = 1800	3,7 12,75	35,9 45,5	32,5
P210-6R		∅ = 2100	3,7 12,75	37,2 47,3	45
P240-6R1		∅ = 2400	3,7 12,75	38,4 48,0	56
P320-9G-1		∅ = 3200	3,7 12,75	40,9 50,7	168
P420-10G		∅ = 4200	3,7 12,75	43,8 53,0	393
АС4-04, АС4-11	Азим -углом	900 × 1000	10,95 12,75	39	8
АС4-07	Азим -углом	700 × 800	10,95 12,75	36,9	6
АС4-10, АС4-12	Азим -углом	1200 × 1340	10,95 12,75	41,2	12
АС4-13	Азим -углом	600 × 650	10,95 12,75	35,5	5
АС4-16	Азим -углом	усл ∅1600	10,9 12,5	44,5	60

7. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРИЕМНИКА И АНТЕННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

7.1. ПОНЯТИЕ О ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ПРИЕМНИКА

Чувствительность телевизионного приемника – одна из главных его характеристик, которая определяет возможность дальнего приема передач. Чем меньше чувствительность, тем "дальнобойнее" приемник. Поэтому применительно к чувствительности обычно пользуются выражениями лучше-хуже вместо больше-меньше, понимая под лучшей чувствительностью такую, которая выражается ее меньшим значением. Существует несколько определений чувствительности, и во избежание путаницы всегда необходимо знать, о какой чувствительности идет речь. Приняты следующие определения: чувствительность, ограниченная усилением; чувствительность, ограниченная синхронизацией, чувствительность, ограниченная шумами.

Чувствительность, ограниченная усилением, представляет собой минимальное напряжение сигнала на антенном входе телевизионного приемника, при котором обеспечивается нормальный уровень сигнала на модулирующем электроде кинескопа. Номинальным уровнем принят размах напряжения, соответствующий уровням белого и черного на экране кинескопа.

Чувствительность, ограниченная синхронизацией, – это минимальное напряжение сигнала на антенном входе телевизора, при котором еще достигается устойчивая синхронизация генераторов развертки телевизора.

Чувствительность, ограниченная шумами, – это минимальное напряжение сигнала на антенном входе телевизора, при котором обеспечивается номинальный уровень сигнала на модулирующем электроде кинескопа при его превышении над уровнем собственных шумов на 20 дБ, т. е. в 10 раз по напряжению. Во всех случаях имеется в виду чувствительность телевизионного приемника по каналу изображения.

Видно, что чувствительность, ограниченная усилением, характеризует лишь коэффициент усиления приемно-усилительного тракта телевизора без учета качества изображения и устойчивости синхронизации. Эту чувствительность можно получить, разделив напряжение номинального уровня сигнала на модуляторе кинескопа на коэффициент усиления тракта. Поэтому чем больше коэффициент усиления, тем меньше (т. е. лучше) чувствительность, ограниченная усилением. В связи с тем, что коэффициент усиления тракта можно увеличивать неограниченно наращиванием числа усилительных каскадов, можно добиться чувствительности, ограниченной усилением, сколь угодно малой Это приводит к наиболее распространенному заблуждению, когда в условиях дальнего приема пытаются его улучшить за счет использования различных усилительных приставок к телевизору. Но дело в том, что чувствительность, ограниченная усилением, отнюдь не характеризует возможность приема телевизионным приемником слабых

сигналов, так как не учитывает влияния его собственных шумов. Ведь элементы схемы любого каскада, особенно электронные лампы и транзисторы, создают определенный уровень собственных шумов. Шум каждого каскада усиливается последующими каскадами наравне с сигналом, поэтому наиболее сильно усиливается шум первого каскада приемника. Вот почему наиболее важен уровень шумов именно первого каскада телевизионного приемника, а шумами последующих каскадов можно пренебречь. По этой причине именно первый каскад стремятся собирать с использованием малошумящих электронных ламп и транзисторов. Если напряжение собственных шумов на выходе приемника разделить на его коэффициент усиления, получится уровень напряжения шумов, приведенных ко входу этого приемника. В связи с тем, что в основном шумит первый каскад, очевидно, что напряжение шумов, приведенное ко входу приемника, не зависит от числа каскадов и коэффициента усиления приемного тракта. Конечно, чем больше коэффициент усиления тракта, тем меньший уровень сигнала нужно подать на вход приемника, чтобы получить на его выходе нужное напряжение. Однако должно быть ясно, что при подаче на вход приемника сигнала, уровень которого меньше напряжения шумов, приведенных ко входу, такой слабый сигнал окажется забит шумами. Шумы будут усилены вместе с сигналом, и на экране телевизора вместо передаваемого изображения появятся шумы в виде хаотически мерцающих белых и черных точек. В таком случае говорят, что на экране виден "снег".

Чтобы получить изображение на экране телевизора, напряжение сигнала на входе телевизора должно превышать напряжение шумов, приведенных ко входу. Чем больше напряжение сигнала на входе телевизора по сравнению с напряжением шумов, приведенных ко входу, тем лучше будет качество изображения. Для оценки соотношения между напряжением сигнала и напряжением шумов принято брать их отношение.

Чувствительность, ограниченная шумами, как раз и учитывает наличие определенного уровня собственных шумов телевизионного приемника и характеризует его способность принимать слабые сигналы, т. е. работать в условиях дальнего приема. Чувствительность, ограниченная шумами, измеряется при отношении сигнал-шум на модуляторе кинескопа, равном 10, что соответствует 20 дБ. Напомним, что отношение двух напряжений, выраженное в децибелах, получается путем взятия десятичного логарифма этого отношения и умножением его на число 20. В связи с тем, что в телевидении кроме несущей частоты сигнала изображения передается только одна боковая полоса частот, а вторая полоса подавляется, коэффициент передачи амплитудного детектора и, стало быть, коэффициент усиления сквозного тракта для сигнала в 2 раза меньше, чем для шумов. По этой причине для получения на выходе телевизионного приемника отношения сигнал-шум, равного 10, это отношение на входе приемника должно быть вдвое больше, т. е. 20, что соответствует 26 дБ.

Указанное отношение сигнал-шум при определении чувствительности условное, так как оно соответствует очень плохому качеству изображения, при котором обеспечивается различимость лишь крупных деталей. Для получения же на экране телевизора изображения хорошего качества отношение сигнал-шум на входе должно быть не менее 40 дБ, т. е. на 14 дБ (в 5 раз) больше, чем при определении чувствительности, ограни-

ченной шумами. Это связано с тем, что максимальный уровень сигнала при негативной модуляции соответствует уровню черного, а уровень белого значительно меньше, и для получения хорошего качества изображения именно уровень белого должен быть больше уровня шумов. Поэтому, если, например, известно, что чувствительность, ограниченная шумами, для какого-то телевизора составляет 70 мкВ, подача на антенный вход этого телевизора сигнала с таким уровнем обеспечит лишь получение различимого изображения, а для получения изображения хорошего качества напряжение входного сигнала должно быть в 5 раз больше, т. е. 350 мкВ.

Сравнивая чувствительности, ограниченные шумами, для разных типов телевизора оказывается возможным выбрать такой из них, который обладает наилучшей чувствительностью и наиболее подходит для условий дальнего приема передач. Сравнение чувствительностей, ограниченных усилением, такой возможности не дает. Все разработанные после 1979 г. отечественные черно-белые и цветные телевизионные приемники в соответствии с ГОСТом должны обладать чувствительностью канала изображения, ограниченной шумами, не хуже 100 мкВ в диапазонах метровых каналов и не хуже 140 мкВ в диапазонах дециметровых каналов. Однако указанные значения предельные: фактическая чувствительность разных типов телевизоров может быть лучше.

Телевизионный сигнал, принятый антенной, как и всякий радиосигнал, подвержен замираниям (колебаниям уровня) из-за непостоянства условий распространения сигнала в атмосфере. Для компенсации таких замираний коэффициент усиления приемного тракта телевизора должен автоматически изменяться в соответствии с уровнем принятого сигнала. С этой целью телевизионный приемник должен быть оснащен автоматической регулировкой усиления (АРУ). Для нормальной работы телевизора, оснащенного системой АРУ, телевизионный приемник должен иметь запас усиления. Поэтому коэффициент усиления приемно-усилительного тракта должен быть больше того, который необходим для получения необходимой чувствительности, ограниченной шумами. Таким образом, обычно чувствительность, ограниченная усилением, оказывается меньше (лучше) чувствительности, ограниченной шумами.

Чувствительность, ограниченная синхронизацией, которая характеризуется минимальным напряжением сигнала на входе телевизора, обеспечивающим синхронизацию генераторов развертки, не учитывает необходимости наличия различимого изображения на экране телевизора или его качества. Как правило, чувствительность, ограниченная синхронизацией, представляет собой промежуточную величину: она хуже чувствительности, ограниченной усилением, и лучше чувствительности, ограниченной шумами.

Следует иметь в виду, что если не оговорено, о какой чувствительности идет речь, подразумевается чувствительность, ограниченная усилением.

У нас в стране во избежание конкуренции сложилась практика, при которой в паспортах телевизионных приемников, выпускаемых разными заводами, стали указывать чувствительность без пояснения условий ее определения. Понятно, что при этом указывалась чувствительность, ограниченная усилением, хотя потребитель заинтересован в информации о чувствительности, ограниченной шумами. В последние годы под давлением

общественности паспортные данные телевизоров стали содержать значения чувствительности, ограниченной синхронизацией.

Путаница в понятиях чувствительности часто приводит к парадоксам. У некоторых владельцев телевизоров вызывает недоумение то, что телевизор, характеризуемый в паспорте лучшей чувствительностью по сравнению с другим, фактически слабые сигналы принимает хуже. Это объясняется именно тем, что сравнивались значения чувствительности, ограниченной усилением, а не чувствительности, ограниченной шумами.

В условиях дальнего приема, когда изображение на экране телевизора получается бледным и малоконтрастным, встает вопрос о возможности улучшения чувствительности телевизионного приемника. При наличии современного телевизора улучшать чувствительность, ограниченную усилением, не имеет смысла, так как она и так достаточно мала. Если же речь идет о телевизорах устаревших марок, выпущенных до появления унифицированных моделей, такое улучшение можно считать целесообразным Для этого достаточно увеличить коэффициент усиления приемно-усилительного тракта телевизора.

Возникает вопрос, в каких случаях следует добиваться улучшения чувствительности, ограниченной усилением, в условиях дальнего приема, а в каких это не имеет смысла. Рассмотрим следующие примеры.

Допустим, что имеется телевизионный приемник с чувствительностью, ограниченной усилением, равной 200 мкВ. Уровень входных шумов для всех телевизоров можно считать равным 5 мкВ. При подаче на вход этого телевизора сигнала напряжением 200 мкВ, равного чувствительности, на модуляторе кинескопа будет получено необходимое напряжение. Вместе с тем отношение сигнал-шум на входе составит 200:5 = 40. Это практически соответствует отсутствию шумов на экране. Различимое изображение, пусть даже плохого качества, что допустимо в условиях дальнего приема, можно было бы получить при меньшем уровне входного сигнала, равном 100 мкВ. при котором отношение сигнал-шум оказалось бы равным 20. Однако при уменьшении входного сигнала вдвое также вдвое уменьшится сигнал на модуляторе кинескопа, и картинка получится бледной. Если же увеличить коэффициент усиления тракта также в 2 раза, задача будет решена: при подаче на антенный вход сигнала напряжением 100 мкВ уровень выходного сигнала окажется номинальным, достаточным для получения нормальной контрастности, а отношение сигнал-шум на входе будет равно 20, так как уровень входных шумов не зависит от коэффициента усиления тракта.

В качестве другого примера возьмем телевизионный приемник более позднего выпуска, например, черно-белый унифицированный телевизор УЛПТ-61-II, чувствительность которого, ограниченная усилением, 50 мкВ. При уровне сигнала 50 мкВ и уровне входных шумов 5 мкВ отношение сигнал-шум на входе равно 10, т. е. меньше допустимого. Для получения различимого изображения придется увеличить уровень входного сигнала до 100 мкВ, но при этом напряжение сигнала на модуляторе кинескопа окажется вдвое больше номинального и контрастность изображения окажется чрезмерной. Поэтому с помощью регулятора контрастности телевизора придется также вдвое уменьшить коэффициент усиления приемно-усилительного тракта. В результате будет получено номинальное напряжение сигнала на модуляторе кинескопа и отношение сигнал-шум на

входе, равное 20. Отсюда ясно, что в этом примере увеличивать каким-либо способом коэффициент усиления нет смысла, так как одновременно пришлось бы регулятором контрастности во столько же раз его уменьшить. Таким образом, можно сделать следующий вывод: если чувствительность телевизора, ограниченная усилением, хуже 100 мкВ, можно ее улучшить за счет увеличения коэффициента усиления тракта. Дополнительное усиление определяется делением паспортной чувствительности, ограниченной усилением, на 100 мкВ. Естественно, что этот вывод справедлив только в тех случаях, когда уровень собственных шумов телевизионного приемника, приведенных ко входу, составляет 5 мкВ. При этом реально достижимая чувствительность, ограниченная шумами, равна чувствительности, ограниченной усилением, и составляет 100 мкВ.

Возможность улучшения дальнего приема за счет улучшения чувствительности, ограниченной усилением, путем увеличения коэффициента усиления тракта легко установить также экспериментально по изображению на экране телевизора: если изображение просматривается на фоне шумов (на экране виден "снег"), значит, коэффициент усиления достаточно велик и его увеличение не даст улучшения приема, если же изображение бледно и малоконтрастно даже в крайнем положении регулятора контрастности, а шумы на экране не просматриваются, можно улучшить прием за счет улучшения чувствительности, ограниченной усилением, т. е. за счет увеличения коэффициента усиления тракта.

Увеличение коэффициента усиления приемного тракта может быть достигнуто разными способами. Простейший из них – использование антенного усилителя между выходом фидера и антенным гнездом телевизора. Такие усилители выпускают у нас в стране, и они имеются в продаже. Следует, однако, помнить, что уровень собственных шумов таких антенных усилителей примерно такой же, как у телевизионных приемников. Поэтому выигрыша в чувствительности, ограниченной шумами, использование этих антенных усилителей не даст. Можно было бы улучшить чувствительность только в том случае, если бы антенный усилитель обладал уровнем собственных шумов, меньшим уровня собственных шумов телевизора за счет использования в его схеме малошумящего транзистора. Но при этом трудно получить выигрыш больше, чем на 1–2 дБ, т. е. в 1,12...1,26 раз по напряжению. Таким образом, этим путем можно улучшить чувствительность, ограниченную шумами, до 90...80 мкВ.

В ламповых телевизорах можно увеличить коэффициент усиления усилителя промежуточной частоты канала изображения за счет установки ламп с повышенным значением крутизны характеристики анодного тока. Так, вместо ламп 6Ж1П можно установить лампы 6Ж38П. Такая замена очень удобна, так как эти лампы имеют одинаковую цоколевку и не требуют каких-либо переделок в схеме. Замена ламп 6Ж1П в трехкаскадном усилителе промежуточной частоты лампами 6Ж38П увеличивает коэффициент усиления примерно в 2 раза. Возможна также установка более эффективных ламп, скажем, ламп 6Ж9П, но это требует замены ламповой панельки, и придется заново подобрать режим питания лампы.

Коэффициент усиления приемного тракта ламповых телевизоров, оснащенных блоком ПТК, можно увеличить за счет установки приставки дополнительного усиления по промежуточной частоте между выходом

блока ПТК и входом первого каскада усилителя промежуточной частоты. Для этого используется имеющийся разъем и не требуется выполнять монтажные работы. Такие приставки типа "Каскад" выпускались и подробно описаны в журнале "Радио", 1966 г., № 7, с. 28–29.

Если телевизионный приемник имеет достаточный запас усиления (чувствительность, ограниченная усилением, не превышает 50 мкВ), для улучшения изображения в условиях дальнего приема полезный эффект может дать только снижение уровня шумов, приведенных ко входу. Уменьшить уровень шумов черно-белого телевизора можно только за счет некоторого ухудшения качества изображения, что в условиях дальнего приема вполне допустимо. Для этого необходимо сузить полосу пропускания приемного тракта. Сужение полосы пропускания в 2 раза приводит к ухудшению четкости по горизонтали примерно до 250 элементов, что соответствует удовлетворительному качеству картинки, и к уменьшению уровня шумов на 3 дБ. Соответственно на 3 дБ или в 1,41 раз по напряжению улучшается чувствительность, ограниченная шумами. Сужение полосы пропускания достигается путем увеличения сопротивлений нагрузки видеодетектора и видеоусилителя в 1,5...2 раза. Можно ли улучшить чувствительность до 1...3 мкВ? Применив новейшие лампы или транзисторы, можно снизить уровень шумов до 3 мкВ и, сузив полосу пропускания в 4 раза, еще вдвое, до 1,5 мкВ. Тогда чувствительность, ограниченная шумами, составит 30 мкВ, но четкость ухудшится до 137 элементов, что соответствует уже плохо различимому изображению. Это – предел!

7.2. ПРИМЕНЕНИЕ АНТЕННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Выше уже отмечалось, что установка антенного усилителя около телевизора между фидером и антенным входом телевизионного приемника обеспечивает увеличение коэффициента усиления приемного тракта, т. е. улучшает чувствительность, ограниченную усилением. Было показано, что при использовании современных телевизоров такой метод не приводит к улучшению изображения в условиях дальнего приема, так как требуется улучшение чувствительности, ограниченной не усилением, а шумами. Антенный же усилитель, обладая примерно таким же уровнем собственных шумов, как и телевизионный приемник, не улучшает чувствительности, ограниченной шумами.

Тем не менее использование антенного усилителя в некоторых случаях позволяет улучшить прием, но для этого он должен быть установлен не около телевизора, а около антенны, на мачте между антенной и фидером или вразрыв фидера, в непосредственной близости от антенны. В чем тут разница? Дело в том, что сигнал, проходя к фидеру, претерпевает затухание, уменьшается его уровень. Затухание зависит от марки кабеля, из которого выполнен фидер. Кроме того, затухание тем больше, чем больше длина фидера и чем больше частота сигнала, т. е. номер канала, по которому принимается передача. Когда антенный усилитель установлен около телевизора, на его вход поступает сигнал, уже ослабленный прохождением по фидеру, и отношение уровня сигнала к уровню шумов на входе антенного усилителя оказывается меньше, чем если бы антенный усилитель был установлен около антенны, когда сигнал не ослаблен фидером. При этом,

конечно, проходя по фидеру, сигнал также ослабляется, но во столько же раз ослабляются и шумы. В результате отношение сигнала к уровню шумов не ухудшается.

Телевизионные кабели разных марок характеризуются зависимостью удельного затухания от частоты. Удельным затуханием коаксиального кабеля принято называть такое, которое претерпевает сигнал определенной частоты, проходя по кабелю длиной 1 м. Удельное затухание измеряется в дБ/м и приводится в справочниках в виде графических зависимостей удельного затухания от частоты или в виде таблиц. На рис. 2.1 приводятся такие кривые для некоторых марок коаксиального 75-омного кабеля. Пользуясь ими, можно подсчитать затухание сигнала в кабеле при определенной его длине на любом частотном канале метрового или дециметрового диапазона. Для этого нужно умножить полученное из рисунка значение удельного затухания на длину фидера, выраженную в метрах. В результате получится затухание сигнала в децибелах.

Наиболее распространенный тип кабеля для фидера – РК 75-4-11, удельное затухание его 0,05...0,08 дБ/м в диапазоне 1–5-го каналов, 0,12...0,15 дБ/м в диапазоне 6–12-го каналов и 0,25...0,37 дБ/м в диапазоне 21–69-го каналов. Отсюда, при длине фидера 20 м затухание сигнала в фидере на 12-м канале составит всего 3 дБ, что соответствует уменьшению напряжения сигнала в 1,41 раза, а при длине фидера 50 м затухание на 12-м канале составит 7,5 дБ (уменьшение в 2,38 раз). В дециметровом же диапазоне при длине фидера 20 м затухание окажется равным 5,0...7,4 дБ в зависимости от номера канала, что соответствует уменьшению напряжения сигнала в 1,78...2,34 раза, а при длине фидера 50 м – 12,5...18,5 дБ (уменьшение сигнала в 4,22...8,41 раза).

Таким образом, при длине фидера 50 м даже на 12-м канале сигнал, проходя по фидеру, уменьшается более чем вдвое, и отношение сигнал-шум на входе телевизора окажется уменьшенным также более чем вдвое. Если установить антенный усилитель до поступления сигнала в фидер, при этом же уровне входных шумов антенного усилителя, что и у телевизора, получится выигрыш в отношении сигнал-шум более чем вдвое. Еще более существенный выигрыш получится при бо́льшей длине фидера или при приеме сигнала в дециметровом диапазоне. Необходимый и вполне достаточный коэффициент усиления антенного усилителя должен быть равен затуханию сигнала в фидере. Использовать антенные усилители с коэффициентом усиления больше требуемого нет смысла.

Выпускается несколько типов антенных усилителей. Наибольшее распространение получили антенные усилители метрового диапазона типа УТДИ–I–III (усилитель телевизионный диапазонный индивидуальный на частоты I–III диапазонов). Они рассчитаны на все 12 каналов метрового диапазона и содержат встроенный блок питания от сети переменного тока напряжением 220 В. Конструкция усилителя позволяет устанавливать его на мачте около антенны с питанием по фидеру без прокладки дополнительных проводов. Коэффициент усиления усилителя УТДИ–I–III не менее 12 дБ (4 раза по напряжению), а уровень его собственных шумов немного меньше уровня собственных шумов черно-белых и цветных телевизионных приемников.

Если усилители УТДИ–I–III диапазонные и рассчитаны на усиление

телевизионного сигнала по любому из 12 каналов метрового диапазона, то антенные усилители типа УТКТИ (усилитель телевизионный канальный транзисторный индивидуальный) одноканальные и рассчитаны на усиление сигнала только одного, вполне определенного частотного канала метрового диапазона. Номер канала указывается после обозначения типа усилителя. Так, УТКТИ–1 означает, что усилитель рассчитан на усиление сигнала по первому частотному каналу, а УТКТИ–8 на усиление сигнала по восьмому каналу. Усилители типа УТКТИ также имеют встроенный блок питания от сети переменного тока напряжением 220 В. Коэффициент усиления УТКТИ–1 – УТКТИ–5 не менее 15 дБ, а УТКТИ–6 – УТКТИ–12 не менее 12 дБ. Уровень собственных шумов усилителей этого типа несколько меньше, чем типа УТДИ–I–III. Мощность, потребляемая от сети переменного тока УТДИ–I–III, не превышает 7 Вт, а УТКТИ – 4 Вт.

В связи с тем, что в настоящее время все более широкое распространение получает телевизионное вещание в дециметровом диапазоне, а затухание сигнала в фидере на этом диапазоне повышено, актуальным становится использование антенных усилителей, рассчитанных на этот диапазон. Например, усилителя типа УТАИ–21–41 (усилитель телевизионный антенный индивидуальный, рассчитанный на 21–41 каналы) с коэффициентом усиления не менее 14 дБ в диапазоне частот 470...638 МГц.

Ранее, несмотря на выпуск промышленных антенных усилителей, в журналах "Радио" и в сборниках "В помощь радиолюбителю" приводилось большое количество описаний и схем антенных усилителей для самостоятельного изготовления. В последние годы такие публикации стали редкими. Так, в сборнике "В помощь радиолюбителю" выпуск 101, с. 24–31 приводится очень подробное описание узкополосного антенного усилителя с перестраиваемой амплитудно-частотной характеристикой О. Пристайко и Ю. Позднякова. Настройка усилителя на один из каналов метрового диапазона осуществляется подстроечным конденсатором, полоса пропускания усилителя составляет 8 МГц, а коэффициент усиления 22...24 дБ. Питание усилителя производится постоянным напряжением 12 В. Такой усилитель имеет смысл использовать только в том случае, когда осуществляется прием передач по одному определенному каналу, так как перестраивать усилитель, установленный на мачте нет возможности.

Значительно чаще возникает потребность в широкополосном антенном усилителе, способном усилить сигналы всех телевизионных программ, принимаемых антенной. На рис. 7.1 показана принципиальная схема

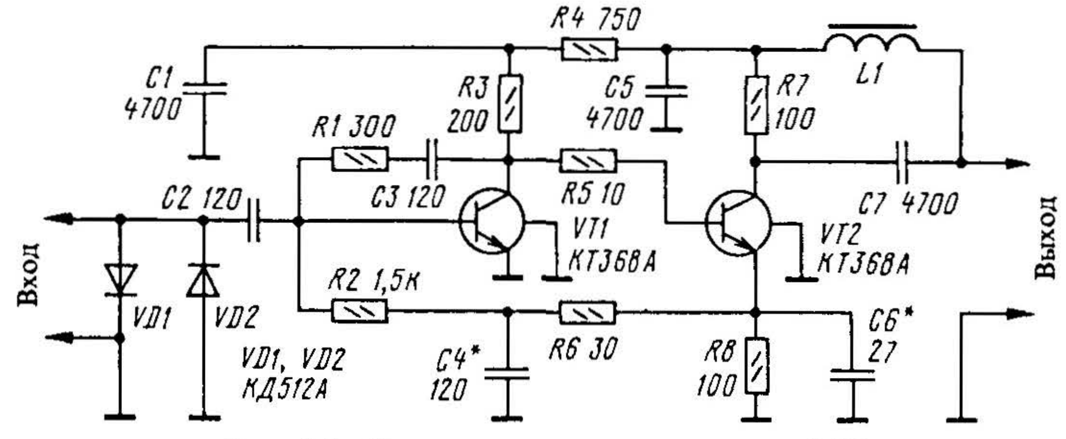


Рис. 7.1. Схема антенного усилителя МВ

антенного усилителя, рассчитанного на усиление всех 12 метровых каналов, разработанного И. Нечаевым. При напряжении 12 В коэффициент усиления составляет 25 дБ при токе потребления 18 мА. Усилитель собран на малошумящих транзисторах с коэффициентом шума около 3 дБ. Встречно-параллельно включенные диоды на входе предохраняют транзисторы усилителя от повреждения грозовыми разрядами. Оба каскада собраны по схеме с общим эмиттером. Конденсатор С6 обеспечивает коррекцию частотной характеристики усилителя в области высших частот. Для стабилизации режима транзисторов усилитель охвачен отрицательной обратной связью с эмиттера второго транзистора на базу первого. Во избежание самовозбуждения усилителя из-за паразитной обратной связи между каскадами через источник питания используется развязывающий фильтр R4, C1. Входными клеммами усилитель подключается к фидеру в непосредственной близости от антенны, где сигнал еще не ослаблен прохождением по фидеру. Выход усилителя подключается к фидеру, идущему к телевизору. По центральной жиле этой части фидера к усилителю подается питающее напряжение через дроссель L1. Через такой же дроссель к центральному проводнику антенного гнезда телевизора подводится напряжение +12 В. Сигнал с антенного гнезда в телевизоре на вход селектора каналов при этом должен подаваться через разделительный конденсатор емкостью 3000 пФ. Дроссели наматывают на ферритовых цилиндрических сердечниках диаметром 3 мм и длиной 10 мм проводом ПЭЛ или ПЭВ диаметром 0,2 мм виток к витку. Каждый дроссель содержит по 20 витков. Перед намоткой сердечник нужно обернуть двумя слоями лавсановой пленки, а после намотки витки закрепляются полистироловым лаком или эмалитом. Более подробное описание усилителя, чертеж печатной платы и размещение на ней деталей приводятся в журнале "Радио", 1992 г., № 6, с. 38–39.

Другой антенный усилитель, рассчитанный на дециметровый диапазон 470...790 МГц (21...60 каналы), предложил А. Комок. Его принципиальная схема показана на рис. 7.2. Коэффициент усиления этого усилителя в полосе

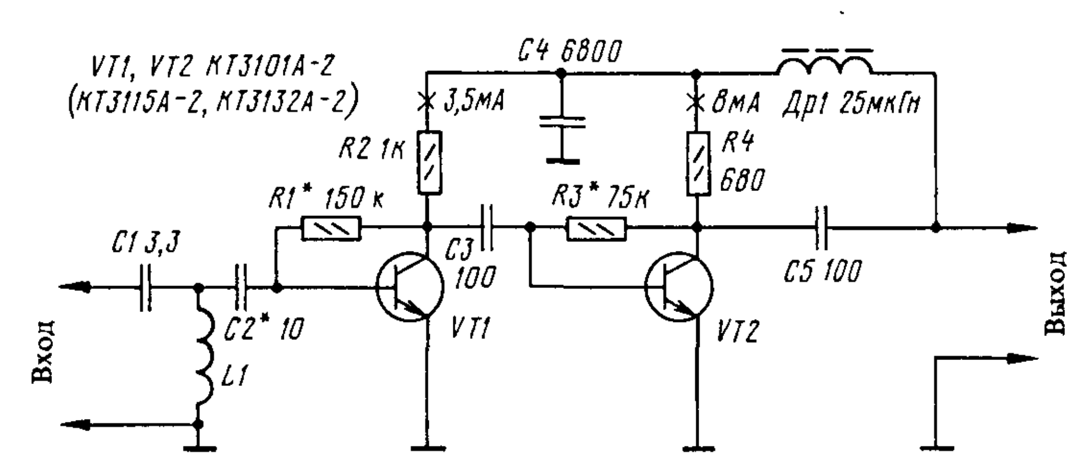


Рис. 7.2. Схема антенного усилителя ДМВ

пропускания составляет 30 дБ при питании напряжением 12 В, а ток потребления не превышает 12 мА. Оба каскада собраны по схеме с общим эмиттером на сверхвысокочастотных транзисторах с низким уровнем собственных шумов. Нижняя граница полосы пропускания усилителя

ограничена входным фильтром верхних частот, а верхняя – паразитными емкостями транзисторов и монтажа. Благодаря резисторам R1 и R3 обеспечивается температурная компенсация режима транзисторов. Катушка фильтра верхних частот L1 наматывается проводом ПЭВ-2 диаметром 0,8 мм и содержит 2,5 витка. Намотка производится на оправке диаметром 4 мм виток к витку, после чего катушка снимается с оправки. Питание, как и для усилителя Нечаева, подается по фидеру через дроссели описанной выше конструкции. Автор использовал в усилителе бескорпусные транзисторы, требующие тщательной герметизации. Можно рекомендовать также применение корпусных транзисторов КТ399А, более доступных и устойчивых при изменениях климатических условий. Подробное описание этого усилителя помещено в журнале "Радиолюбитель", 1993 г., № 5, с. 2.

Как было отмечено, основное назначение антенного усилителя – компенсация затухания сигнала в фидере. При использовании антенного усилителя чувствительность, ограниченная шумами, т. е. способность принимать слабый сигнал, определяется отношением сигнал-шум уже не на входе телевизионного приемника, а на входе антенного усилителя. Поэтому при установке антенного усилителя около антенны для получения определенного значения чувствительности, ограниченной шумами, потребуется меньший уровень входного сигнала, чем при установке его около телевизора. Таким образом, удается с лучшим качеством принимать более слабый сигнал.

Применение антенного усилителя позволяет сознательно использовать фидеры такой большой длины, которые в отсутствие усилителя ослабили бы уровень сигнала до недопустимого. Необходимость применения длинного фидера иногда возникает в условиях закрытой местности, когда телевизионный приемник располагается в ложбине и приемная антенна, установленная около дома, оказывается закрыта находящимися на пути к передатчику холмами. В то же время телевизионные антенны, установленные на расстоянии 100...200 м от этого здания, обеспечивают вполне уверенный прием с хорошим качеством изображения за счет того, что они не закрыты местной преградой. В таких условиях добиться нормального приема можно одним из двух способов: либо увеличением высоты антенной мачты, что обычно представляет собой очень трудную задачу, либо установкой антенны на открытой местности, на расстоянии 100...200 м от дома. Тогда для подключения антенны к телевизионному приемнику потребуется использование длинного фидера. Легко подсчитать, что при фидере длиной 200 м кабель марки РК 75–4–11 на частоте 12-го канала создает затухание 30 дБ, что соответствует уменьшению напряжения сигнала в 31,6 раз, который, как правило, оказывается ниже порога чувствительности телевизионного приемника. Установка антенного усилителя, обладающего хотя бы таким же усилением, на выходе антенны позволит скомпенсировать затухание сигнала в длинном фидере и обеспечить нормальную работу телевизора. Если усиления одного усилителя недостаточно, можно включить два усилителя последовательно один за другим. При этом результирующий коэффициент усиления будет равен сумме коэффициентов усиления усилителей, если они выражены в децибелах.

При очень большой длине фидера и необходимости усиления сигнала более чем на 30 дБ, когда приходится использовать два или несколько

антенных усилителей, во избежание перегрузки или самовозбуждения не следует устанавливать все усилители в одном месте. В этих условиях первый усилитель устанавливают на выходе антенны, т. е. на входе фидера, а последующие – вразрыв фидера примерно на одинаковых расстояниях один от другого. Эти расстояния выбирают так, чтобы затухание сигнала в отрезке фидера между двумя усилителями примерно равнялось коэффициенту усиления усилителя.

Из зависимостей удельного затухания от частоты для коаксиальных кабелей разных марок (рис. 2.1) можно сделать определенные выводы. Кабели марок РК 75-2-13 и РК 75-2-21 обладают достаточно большим удельным затуханием даже в метровом диапазоне волн, использовать их в дециметровом диапазоне не следует. Кабели марок РК 75-7-15, РК 75-9-13, РК 75-13-11 и РК 75-17-17 обладают меньшим удельным затуханием по сравнению с РК 75-4-11 особенно в дециметровом диапазоне. Если при длине фидера 50 м на частоте 620 МГц (39-й канал) кабель РК 75-4-11 вносит затухание 16 дБ (ослабление напряжения сигнала в 6,3 раз), то при тех же условиях кабель марки РК 75-9-13 вносит затухание 9,5 дБ (ослабление в 3 раза), а РК 75-13-11 – 7,25 дБ (ослабление в 2,3 раз). Таким образом, удачный выбор марки кабеля для фидера в дециметровом диапазоне может поднять уровень сигнала на входе телевизора в несколько раз даже без использования антенного усилителя.

Можно предложить достаточно простой совет по выбору кабеля: чем больше диаметр кабеля, тем меньшее затухание он вносит. В качестве телевизионного фидера всегда используется коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом.

8. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

8.1. ДЕЛИТЕЛИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА

В настоящее время нередко семья располагает двумя или несколькими телевизорами, каждый из которых необходимо подключить к наружной антенне. При наличии телевизионной антенны коллективного пользования проще всего сделать заказ на подключение второго или третьего абонентского отвода от стандартной разветвительной коробки, установленной на лестничной клетке. При этом исключается взаимное влияние между телевизорами, обеспечивается хорошее согласование входного сопротивления телевизионного приемника с фидером и не уменьшается уровень сигнала на входах телевизоров. Однако это требует значительного расхода коаксиального кабеля. Если же используется индивидуальная наружная антенна, то и разветвительная коробка отсутствует. Тем не менее, разветвительную коробку можно изготовить самостоятельно.

На рис. 8.1,а приведена принципиальная схема разветвительной коробки на два отвода от абонентского кабеля коллективной антенны, а на рис. 8.1,б – на три отвода. Коробка устанавливается в удобном месте квартиры, ее вход подключается к уже имеющемуся кабелю от разветвительной коробки коллективной антенны, а выходы соединяются телевизионными кабелями с телевизорами. К каждому выходу подключается один телевизор. Если по каким-то причинам к одному из выходов телевизор не будет подключен (например, его увезли на дачу или отправили в ремонт), к штекеру, предназначенному для подключения к антенному гнезду телевизора, нужно подключить резистор сопротивлением 75 Ом. В противном случае произойдет рассогласование, и изображения на экранах других телевизоров начнут двоиться. По этой же причине не следует делать в коробке лишние отводы, а если они имеются, к каждому из них нужно подключить резистор на 75 Ом.

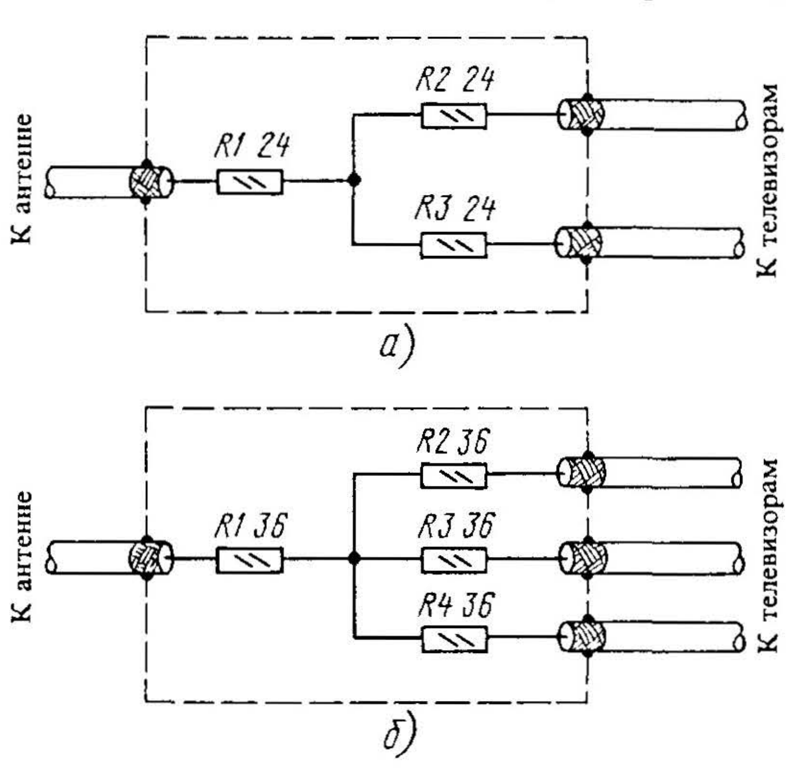


Рис. 8.1. Разветвительные коробки на резисторах

Как видно из схемы, коробка на два выхода содержит три резистора, коробка на три выхода – четыре резистора. Количество резисторов всегда будет на один больше числа выходов. Все резисторы в коробке имеют одинаковое сопротивление, которое зависит от количества выходов и определяется по формуле:

$$R = 75\frac{n-1}{n+1},$$

где n – количество выходов разветвительной коробки. Точные значения сопротивлений резисторов, найденные по этой формуле, подбирать не следует, можно взять ближайший стандартный номинал: 24 Ома для двух выходов, 36 Ом для трех, 43 Ома для четырех и т. д.

Конструкция разветвительной коробки достаточно проста. Корпус коробки выполняется из листовой меди, латуни или даже белой жести от консервной банки. Оплетки всех кабелей припаиваются к корпусу коробки, а центральные жилы – к резисторам. Резисторы могут быть типа ОМЛТ мощностью 0,25 Вт. Коробка закрывается крышкой, выполненной из того же металла, которая в нескольких точках припаивается к корпусу коробки. После этого коробка крепится к стене.

Недостатком такого способа разветвления сигнала является уменьшение напряжения сигнала на входе каждого телевизора во столько же раз, сколько аппаратов подключено к коробке, за счет потерь энергии сигнала в резисторах коробки. Обычно антенны коллективного пользования обеспечивают вполне достаточный уровень сигнала на абонентских отводах лестничной разветвительной коробки порядка 1 мВ. Поэтому при уменьшении такого напряжения сигнала в несколько раз разветвительной коробкой остается достаточный уровень для получения хорошего изображения на экране телевизора.

Часто возникает вопрос: зачем нужны резисторы в коробке, приводящие к уменьшению уровня сигнала на ее выходах. Если бы, например, антенные гнезда трех телевизоров были непосредственно подключены к фидеру, он оказался бы сильно рассогласован с нагрузкой: ведь входное сопротивление каждого телевизора по антенному входу составляет 75 Ом, входное сопротивление трех параллельно соединенных – 25 Ом или втрое меньше сопротивления, необходимого для согласования фидера. В результате значительная часть энергии сигнала отразится обратно в фидер и не попадет на вход телевизоров. Более того, при неточном согласовании фидера с антенной, что обычно неизбежно, отраженный сигнал вновь отразится от антенны и поступит на входы телевизоров с задержкой, что приведет к двоению и многоконтурности изображения. При наличии резисторов в коробке легко подсчитать, что при любом количестве отводов с подключенными к ним телевизорами, фидер остается согласован с нагрузкой.

Случается и так, что при использовании индивидуальной антенны подключенный к ней один телевизор работает хорошо, но когда к ней присоединяется разветвительная коробка с двумя или тремя телевизорами, уровень сигнала на их входах оказывается уже недостаточным, контрастность изображения на экранах становится слабой и просматриваются шумы. В таких условиях следует между антенным фидером и разветвитель-

ной коробкой включить антенный усилитель. Следует напомнить, что в том случае, когда уровень сигнала недостаточен даже для работы одного телевизора, нужно использовать более эффективную антенну, а при длинном фидере антенный усилитель должен быть установлен на мачте поблизости от антенны.

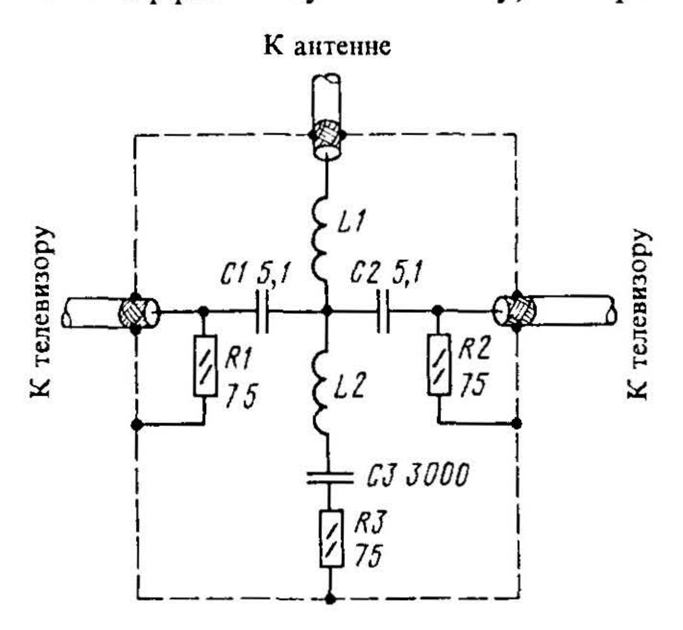


Рис. 8.2. Вариант разветвительной коробки

Другой вариант разветвительной коробки, аналогичной тем, которые используются в сетях антенн коллективного пользования, показан на рис. 8.2. Эту коробку можно использовать для подключения двух телевизоров к индивидуальной наружной антенне. Коробка этого типа обеспечивает согласование фидера с нагрузкой независимо от того, подключены ли к обоим выходам телевизоры, а также незначительно ослабляет сигнал на выходах относительно уровня сигнала на входе коробки. Коробка содержит две одинаковые катушки из медной голой посеребренной проволоки диаметром 1 мм. Катушки наматываются на оправке диаметром 4 мм и содержат по 3 витка. После намотки катушки снимаются с оправки и растягиваются в спираль с шагом 2 мм (расстояние между витками равно диаметру провода).

8.2. УСТРОЙСТВА СЛОЖЕНИЯ СИГНАЛОВ

При отсутствии телевизионной антенны коллективного пользования, особенно в сельской местности, часто возникает необходимость установки двух или нескольких раздельных антенн. Это может быть связано с необходимостью использования узкополосных одноканальных антенн для приема разных программ от одного и того же телецентра или ретранслятора, когда требуются антенны с большим коэффициентом усиления. В других случаях необходимо принимать разные программы от телевизионных передатчиков, расположенных в разных направлениях, а каждый раз заниматься поворотом антенны вручную или конструировать специальное поворотное устройство нежелательно. В таких условиях обычно от каждой антенны спускается отдельный фидер, что нецелесообразно, так как при переходе с приема одной программы на другую приходится переставлять штекеры фидеров в антенное гнездо телевизора. Установка переключателя фидеров у телевизора также не решает проблемы: не устраняется большой расход дорогостоящего кабеля, а при слабом сигнале для компенсации затухания сигнала в фидерах пришлось бы у каждой антенны устанавливать отдельный антенный усилитель. Эти проблемы могут быть решены исключительно путем объединения сигналов, принятых антеннами, с канализацией их к телевизору по одному общему фидеру. Однако, непосредственно соединять между собой разные антенны невозможно в

связи с тем, что нарушится их согласование с фидерами: сигнал, принятый одной антенной, будет разветвляться и лишь частично поступать в фидер. Другая антенна, подключенная параллельно фидеру, может представлять собой такую нагрузку, что уровень сигнала от первой антенны, поступающий в фидер, окажется недопустимо малым. Поэтому необходимо специальное устройство для сложения сигналов, которое не нарушало бы согласования антенн.

На рис. 8.3 показана схема фильтра сложения сигналов (ФСС) метрового диапазона. Назначение фильтра состоит в том, чтобы сигнал, принятый

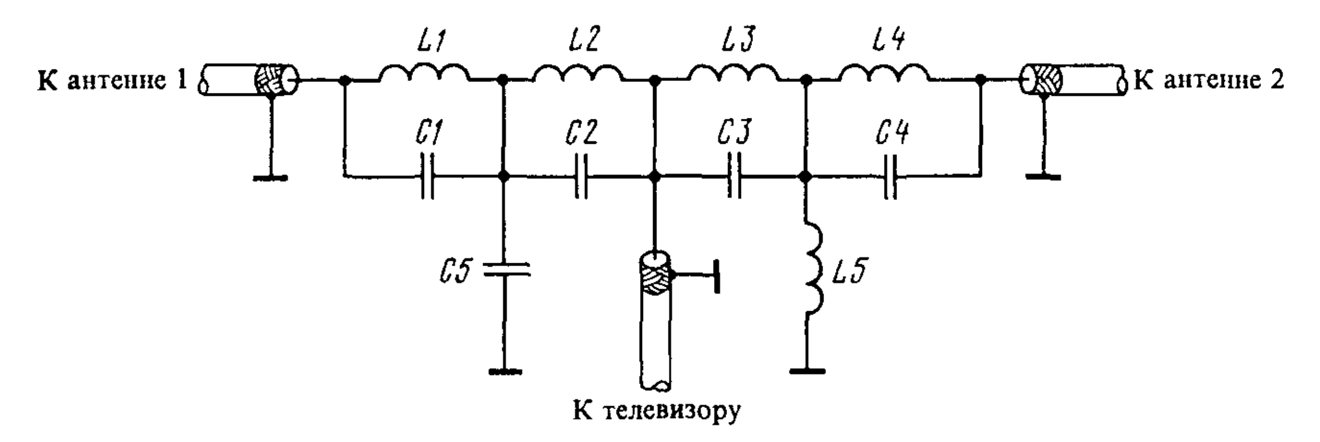


Рис. 8.3. ФСС с использованием ФНЧ и ФВЧ

антенной 1, полностью поступил в фидер и не ответвлялся в цепь антенны 2, а сигнал, принятый антенной 2, также полностью поступил в фидер и не ответвлялся в цепь антенны 1. Эта задача реализуется использованием двух фильтров. Фильтр, образованный элементами L1, C1, L2, C2 и C5, представляет собой фильтр нижних частот (ФНЧ), а фильтр, образованный элементами L3, C3, L4, C4 и L5, – фильтр верхних частот (ФВЧ). Если антенна 1 рассчитана на прием сигнала с меньшим номером канала, то есть с меньшей частотой, чем антенна 2, то сигнал от антенны 1 свободно проходит через ФНЧ и поступает в фидер, не ответвляясь в цепь антенны 2, так как ФВЧ представляет для него большое сопротивление. Аналогично, сигнал, принятый антенной 2, беспрепятственно проходит через ФВЧ и поступает в фидер, а ФНЧ, имеющий для этого сигнала большое сопротивление, не пропускает его к антенне 1. Во избежание отражения сигналов, принятых антеннами, от ФСС характеристические сопротивления обоих фильтров должны приблизительно составлять 75 Ом.

Катушки индуктивности фильтра наматываются проводом ПЭВ-2 диаметром 0,6 мм виток к витку на каркасах из полистирола или оргстекла диаметром 5 мм. Катушки L1...L4 располагаются на одном общем каркасе, расстояния между катушками должны быть не менее 8 мм. Катушка L5 наматывается на отдельном каркасе и конструктивно размещается так, чтобы ее ось была перпендикулярна оси других катушек. Количество витков катушек и емкости конденсаторов для разных комбинаций каналов приведены в таблице 8.1.

В связи с тем, что некоторые читатели могут испытать затруднения при намотке катушек, содержащих нецелое число витков, на рис. 8.4 показан способ намотки двух катушек, где катушка L1 содержит 4 витка, а катушка

L2 – 3,5 витка. При монтаже ФСС необходимо обеспечить минимальную длину соединительных проводников, особенно концов катушек.

Таблица 8.1

Номер канала антенны		Количество витков катушек			Емкость, пФ		
1	2	L1, L2	L3, L4	L5	C1, C2	C3, C4	C5
1–5	6–12	2	11	3	12	12	20
1	3	3,5	8,5	6	47	39	33
1	4	3,5	7	5	47	36	33
1	5	3,5	5	6	47	43	33
2	3	3,5	8,5	6	47	39	30
2	4	3	7	5	47	36	30
2	5	3	5	6	43	43	30
3	5	2,5	5	6	33	43	30

Рассмотренный вариант ФСС компактен и дешев в изготовлении, но страдает одним недостатком: в любительских условиях невозможно учесть паразитные емкости монтажа и индуктивности выводов катушек, конденсаторов и соединительных проводов, которые на частоте десятков и сотен мегагерц оказывают существенное влияние на работу. Поэтому добиться паспортных значений ослабления сигнала не более, чем на 1 дБ и развязки между антеннами не менее, чем на 15 дБ в любительских условиях трудно. По этой причине нельзя предложить ФСС по этой схеме, который позволил бы подключить к общему фидеру две антенны, работающие в диапазоне 6–12 каналов.

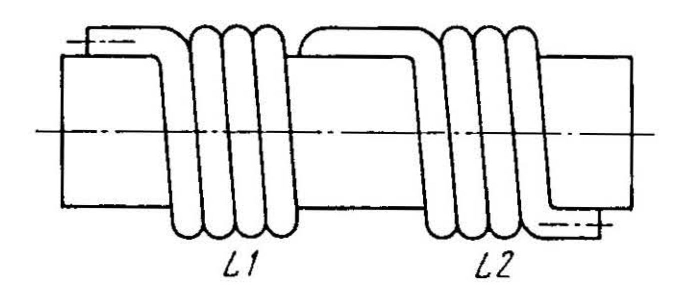


Рис. 8.4. Способ намотки катушек

Более широкими возможностями обладает ФСС, схема которого показана на рис. 8.5. Он собран из шести отрезков коаксиального кабеля той же марки, что и фидеры. Работа этого фильтра основана на трех важнейших выводах теории длинных линий:

1. Входное сопротивление линии длиной в четверть длины волны, короткозамкнутой на конце, бесконечно велико.

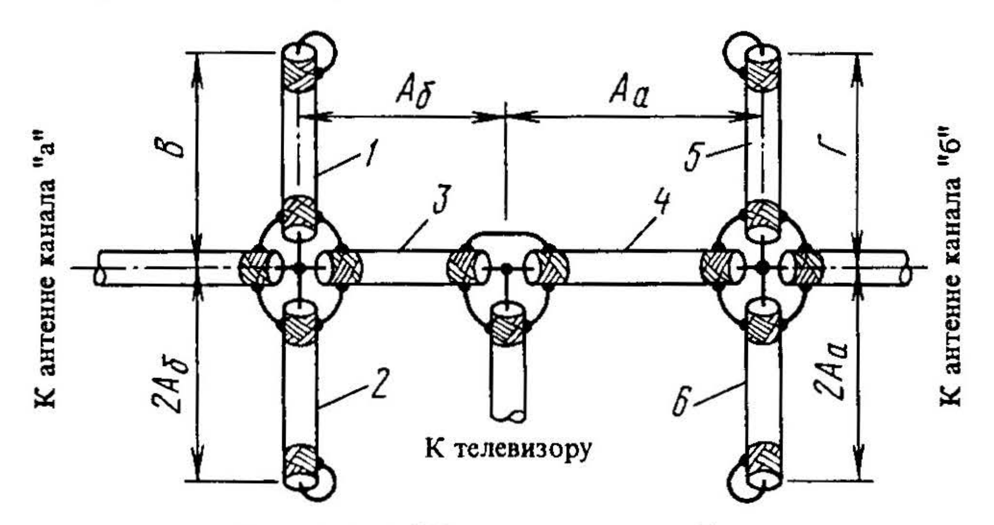


Рис. 8.5. ФСС из отрезков кабеля

2. Входное сопротивление линии длиной в половину длины волны, короткозамкнутой на конце, равно нулю.

3. Входное сопротивление линии длиной, равной целому числу полуволн, короткозамкнутой на обоих концах, относительно точек, находящихся внутри линии, бесконечно велико.

Фильтр рассчитан на подключение двух антенн: антенны с меньшим номером канала – "а" и антенны с большим номером канала – "б". Размеры отрезков кабеля выбираются следующим образом. Длина отрезка 2 равна половине длины волны в кабеле для канала "б", длина отрезка 3 – четверти длины волны в кабеле для канала "б", длина отрезка 4 – четверти длины волны в кабеле для канала "а", а длина отрезка 6 – половине длины волны в кабеле для канала "а". Длина отрезков 1 и 5 выбирается так, чтобы суммарная длина отрезков 1 и 2 составляла половину длины волны в кабеле для канала "а", а суммарная длина отрезков 5 и 6 – несколько полуволн в кабеле для канала "б".

Рассмотрим прохождение сигнала от антенны канала "а". Поступая по фидеру к точке соединения отрезков 1 и 2, сигнал свободно проходит через отрезок 3 и далее в фидер к телевизору, так как отрезки 1 и 2 в сумме имеют длину в полволны для этого канала, и их сопротивление бесконечно велико. Сигнал не ответвляется в отрезок 4 в связи с тем, что отрезок 6 для него равен половине длины волны и замыкает накоротко конец отрезка 4, а длина этого отрезка составляет четверть длины волны для канала "а", так что входное сопротивление отрезка 4 бесконечно велико. Аналогично проходит сигнал от антенны канала "б" с тем лишь различием, что в сумме длина отрезков 5 и 6 равна нескольким половинам длины волны для канала "б". Размеры отрезков 2, 3, 4 и 6 для разных каналов сведены в табл. 8.2, а размеры отрезков 1 и 5 – в табл. 8.3. Здесь выше диагонали приводятся размеры В, а ниже диагонали – Г.

Таблица 8.2

Номер канала	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А	933	791	613	558	512	276	265	254	244	234	226	218
2А	1865	1581	1227	1116	1023	553	529	508	487	469	452	436

Таблица 8.3

Г \ В		Каналы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Каналы	1		284	638	749	842	1312	1336	1357	1378	1396	1413	1429
	2	1297		354	465	558	1028	1052	1073	1094	1112	1129	1145
	3	589	873		111	204	674	698	719	740	758	775	791
	4	367	651	1005		93	563	587	608	629	647	664	680
	5	181	465	819	930		470	494	515	536	554	571	587
	6	347	78	432	543	83		–	45	66	84	101	117
	7	251	535	360	471	35	–		–	42	60	77	93
	8	167	451	297	408	501	463	–		–	39	56	72
	9	83	367	234	345	438	421	445	–		–	35	51
	10	480	295	180	291	384	385	409	430	–		–	33
	11	395	228	129	240	333	351	375	396	417	–		–
	12	315	163	81	192	285	319	343	364	385	403	–	

Приведем пример определения элементов фильтра для подключения антенны 2-го канала и антенны 7-го канала к общему фидеру. Тогда индекс "а" соответствует каналу 2, а индекс "б" – каналу 7. Из табл. 8.2 находим размеры отрезков: 2 – 529 мм, 3 – 265 мм, 4 – 791 мм, 6 – 1581 мм. Из табл. 8.3 в строке для канала 2 и столбце для канала 7 находим длину отрезка 1 (В) – 1052 мм, а в строке для канала 7 и столбце для канала 2 – длину отрезка 5 (Г) – 535 мм.

Из табл. 8.3 видно, что в диапазоне 6–12 каналов антенны соседних каналов соединять с помощью ФСС нельзя, но и в тех случаях, когда номера каналов отличаются на 2, длина некоторых отрезков оказывается малой, меньше 50 мм, а такой фильтр будет работать хуже обычного, так как погрешность длины отрезка составит значительный процент от его длины. По этой же причине не удается создать ФСС для дециметровых каналов или для сочетания метрового и дециметрового каналов. В этих случаях проблема может быть решена коммутацией антенн с помощью электромагнитного реле.

На рис. 8.6 показана схема такой коммутации двух антенн на один общий фидер. При этом реле располагается на мачте поблизости от антенн и управляется дистанционно от телевизора с помощью тумблера. Питание реле осуществляется от источника питания телевизора и подается по фидеру. Резистор R предназначен для гашения излишнего напряжения, а конденсаторы препятствуют замыканию постоянного напряжения питания реле антеннами и входной цепью телевизора, пропуская без потерь высокочастотный сигнал. В схеме используется электромагнитное реле РЭС15 паспорт РС4.591.001П2 или РС4.591.008П2. Можно также использовать реле РЭС10 паспорт РС4.524.301П2 или РС4.524.313П2, но при этом сопротивление резистора R необходимо уменьшить до 6,8 кОм.

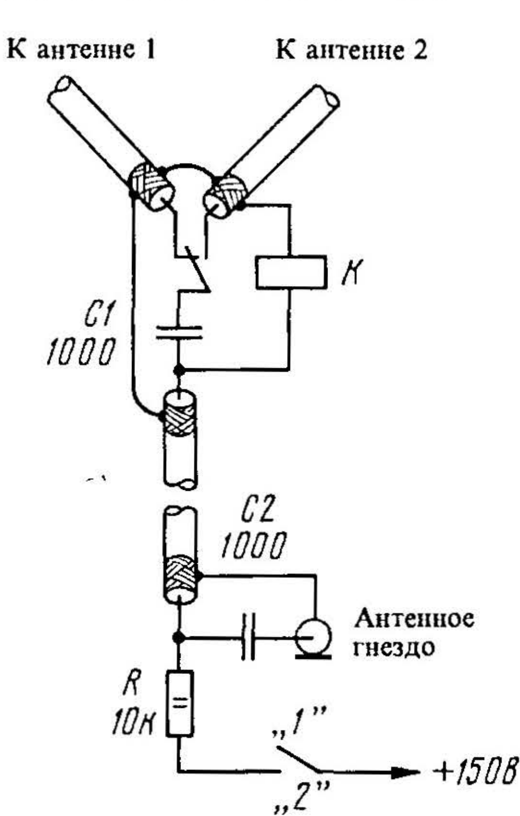


Рис. 8.6. Схема коммутации антенн

Используя схему коммутации, можно подключать к общему фидеру две раздельные дециметровые антенны или метровую и дециметровую антенны. Если же совместить схему коммутации с ФСС, можно подключить к общему фидеру три или четыре метровые антенны, а также две метровые и одну дециметровую антенны. При этом пара антенн подключается к входам ФСС, а выход ФСС – к схеме коммутации.

8.3. ОСОБЕННОСТИ АНТЕНН ДЛЯ ИМПОРТНЫХ ТЕЛЕВИЗОРОВ

В последние годы российский рынок наполнился большим количеством моделей цветных телевизоров импортного производства из Японии, Южной Кореи и стран Западной Европы. Как правило, эти телевизоры являются многостандартными и дают возможность принимать телевизионные передачи по отечественному стандарту и по системе цветного телевидения СЕКАМ. Поэтому в принципе никаких особенных требований к антеннам для этих телевизоров не предъявляется: пригодны те же самые антенны, которые используются совместно с отечественными телевизорами. Однако, иногда возникает затруднение при необходимости приема телевизионных передач метрового и дециметрового диапазонов. Дело в том, что отечественные телевизоры обычно оснащены двумя раздельными антенными гнездами: одно - для антенны метрового диапазона волн, а второе - для дециметрового, что достаточно удобно при использовании раздельных антенн для этих диапазонов. Однако, многие современные телевизоры зарубежного производства имеют только одно антенное гнездо, и при наличии раздельных антенн метрового и дециметрового диапазонов для их подключения к таким телевизорам требуется предварительно сложить сигналы антенн. Для сложения можно использовать устройство, схема которого показана на рис. 8.7. Оно обеспечивает поступление сигналов от обеих антенн к телевизору практически без ослабления и, в то же время, не допускает проникания сигнала от одной антенны в фидер другой. Для этого устройство содержит фильтр нижних частот (L2, L3, C3) и фильтр верхних частот (C1, L1, C2).

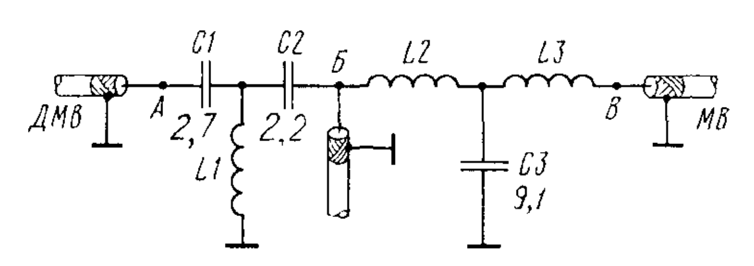


Рис. 8.7 Схема устройства сложения сигналов МВ и ДМВ

Катушки L1 и L3 одинаковые - они наматываются на каркасах диаметром 4 мм и содержат по 2 витка провода ПЭТВМ диаметром 0,475 мм. Индуктивность каждой катушки 0,03 мкГн. Катушка L2 наматывается на таком же каркасе тем же проводом, но содержит 3 витка, а ее индуктивность 0,056 мкГн. Намотка всех катушек рядовая, виток к витку. Оси катушек должны быть взаимно перпендикулярны. Все соединительные проводники должны быть минимальной длины. Устройство помещается в металлическую коробочку, к которой припаиваются оплетки кабелей. Можно также использовать высокочастотные разъемы.

Антенны могут быть любыми - одноканальными или многоканальными. Не исключено также использование нескольких антенн с применением ФСС, рассмотренных в разделе 8.2, однако, к одному входу данного устройства должны поступать только сигналы метрового диапазона, а к другому - дециметрового.

Другой путь решения указанной проблемы состоит в использовании всеволновой антенны, принимающей сигналы всех метровых и дециметровых каналов, которую устроит наличие у телевизора одного антенного гнезда. Одна из таких универсальных всеволновых антенн, размеры которой

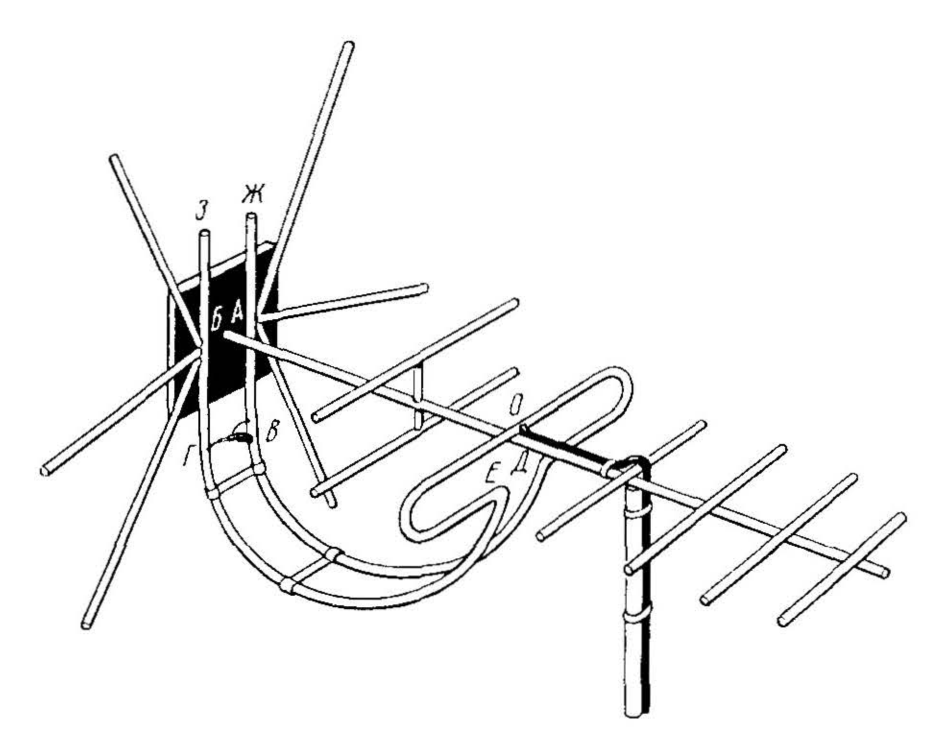


Рис. 8 8 Универсальная всеволновая антенна

предложены В. В. Пясецким, перекрывает диапазон 1-5, 6-12 и 21-41 частотных каналов, а в метровом диапазоне пригодна для приема сигналов, как с горизонтальной, так и с вертикальной поляризацией. Автор отмечает хорошие характеристики антенны, подтвержденные многочисленными опытными данными. Антенна показана на рис. 8.8. Она состоит из двух антенн: метровой и дециметровой, соединенных в точках В и Г параллельно и подключенных к общему фидеру. При этом отсутствует влияние одной антенны на другую Сигналы, принятые антенной метровых волн, поступают в фидер и не ответвляются в цепь дециметровой антенны, а сигналы, принятые дециметровой антенной, поступают в фидер и не ответвляются в цепь метровой антенны. Такое соединение обеспечивает хорошее согласование антенн с фидером. Еще одно интересное свойство этой антенны состоит в том, что она в диапазоне метровых волн способна принимать сигналы как с горизонтальной, так и с вертикальной поляризацией.

Антенна метрового диапазона в развернутом на плоскость виде показана на рис. 8.9. Она состоит из широкополосного веерного вибратора и симметрирующего короткозамкнутого мостика. Подобно антенне ТАИ-12, описанной в разделе 4.9, во избежание раздвоения главного лепестка диаграммы направленности на 6-12 каналах плечи веерного вибратора повернуты в направлении на передатчик, образуя при виде сверху угол 120° Это также устраняет прием с заднего направления. Симметрирующий мостик образован изогнутой двухпроводной линией, которая замкнута на конце петлевым вибратором дециметровой антенны, входное сопротивление которого в диапазоне метровых волн достаточно мало. Длина двухпроводной линии соответствует 1/4 длины волны на средней частоте диапазона 1-5 каналов и 3/4 длины волны на средней частоте диапазона 6-12 каналов. Благодаря этому мостик для сигналов метрового диапазона представляет собой очень большое сопротивление. Фидер вводится в отверстие петлевого вибратора в точке нулевого потенциала (точка 0), пропускается внутри трубки

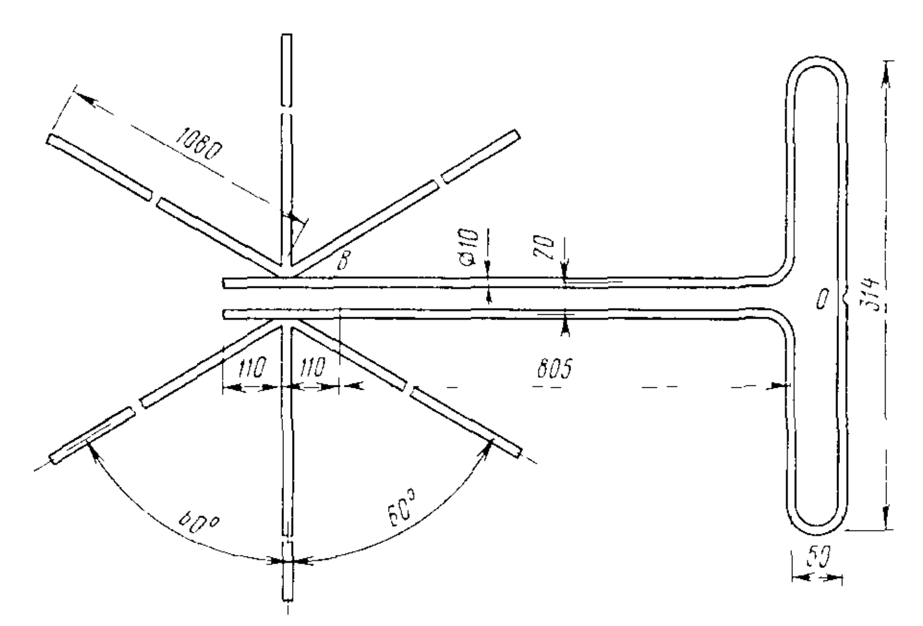


Рис 8.9 Метровая часть антенны в развернутом виде

правой части петлевого вибратора и правой трубки двухпроводной линии до отверстия в точке В. Здесь оплетка кабеля припаивается к точке В, а центральный проводник - к точке Г на другой трубке линии.

Прием сигналов дециметрового диапазона осуществляется семиэлементной антенной типа "Волновой канал". Она состоит из петлевого вибратора, сдвоенного рефлектора и четырех директоров. Сигналы, принятые петлевым вибратором, поступают по двухпроводной линии к точкам В-Г и далее в фидер. Два следующих отрезка двухпроводной линии: первый между точками В-Г и А-Б и второй между точками А-Б и Ж-З препятствуют ответвлению дециметровых сигналов в цепь веерного вибратора по следующей причине. Каждый из этих двух отрезков имеет длину, равную четверти длины волны средней частоты дециметрового диапазона. Второй отрезок относительно точек А-Б представляет собой разомкнутую на конце линию, входное сопротивление которой близко к нулю. Поэтому первый отрезок в точках А-Б замкнут накоротко и со стороны точек В-Г представляет собой очень большое сопротивление.

Размеры вибраторов дециметровой антенны и расстояния между ними показаны на рис. 8.10. Элементы антенны крепятся на стреле, выполненной из металлической трубки диаметром 20 мм, но можно использовать и деревянный брусок сечением 40 х 40 мм. Веерный вибратор выполняется из трубок диаметром 12-10 мм. Петлевой вибратор дециметровой антенны и двухпроводную линию выполняют из целого куска трубки точно по размерам, показанным на рис. 8.9. Для поддержания постоянного расстояния между трубками двухпроводной линии можно использовать распорки из материала с низкими потерями на высокой частоте и небольшой диэлектрической проницаемостью (полистирол, фторопласт, оргстекло). Радиус закруглений при переходе от линии к вибратору не должен превышать 30 мм. Рефлектор и директоры дециметровой антенны - из трубок диаметром 8-12 мм. Расстояние между осями трубок сдвоенного рефлектора по вертикали составляет 240 мм. Веерный вибратор в точках А-Б приваривается или припаивается твердым припоем к двухпроводной линии и крепится к изоляционной пластине, выполненной из фторопласта, полистирола или оргстекла толщиной 10 мм.

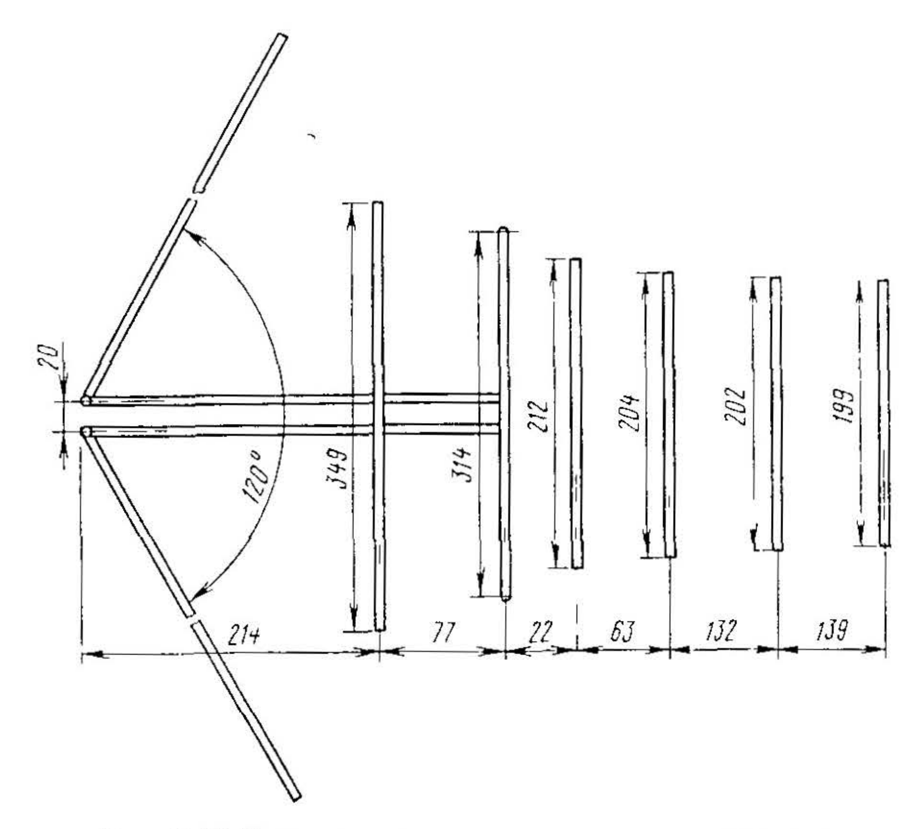


Рис. 8.10 Дециметровая часть антенны, вид сверху

К ней же крепится конец стрелы. Стойка сдвоенного рефлектора может быть металлической или неметаллической. Крепление стойки и вибраторов к стреле производится любым доступным способом, важно лишь обеспечить параллельность всех вибраторов. Стрела антенны устанавливается на мачте в центре тяжести. Мачта может быть металлической, но при приеме сигналов с вертикальной поляризацией верхняя часть мачты длиной 1,5-2 метра должна быть неметаллической.

Если принимаются лишь сигналы горизонтальной поляризации, антенну можно упростить, выполнив каждое плечо веерного вибратора из двух трубок с углом между ними, равным 45°.

Всеволновая антенна обладает следующими характеристиками. Коэффициент усиления на каналах 1-5 - 0 дБ, на каналах 6-12 - 1,3 дБ, на каналах 21-41 - 8 дБ. При необходимости увеличить коэффициент усиления в дециметровом диапазоне можно добавить несколько директоров длиной по 195 мм каждый на расстоянии 149 мм (по осям) один от другого.

Устройство, собранное по схеме рис. 8.7, является обратимым. Оно может быть применено в случае использования всеволновой антенны, способной принимать сигналы метровых и дециметровых каналов, и телевизора, имеющего раздельные антенные гнезда для подключения метровой и дециметровой антенн. При этом точки А и В устройства подключаются к антенным входам телевизора, а к точке Б подключается антенный фидер.

9. АНТЕННЫ ДЛЯ ПРИЕМА РАДИОВЕЩАНИЯ

9.1. АНТЕННЫ ДЛЯ ДАЛЬНЕГО ПРИЕМА ДВ, СВ И КВ

Наиболее распространенной антенной для приема радиовещания в диапазонах ДВ, СВ и КВ является длинный вертикальный провод. Если входные клеммы радиоприемника подключить к нижнему концу такого вертикального провода и к хорошему заземлению, антенна будет представлять собой несимметричный вибратор. Диаграмма направленности такой антенны в горизонтальной плоскости получается круговой: антенна одинаково принимает со всех азимутальных направлений. В вертикальной плоскости диаграмма направленности похожа на разрезанную пополам лежащую восьмерку: максимум приема осуществляется с горизонтального направления вдоль поверхности Земли, с увеличением угла места прием ослабевает, а с направления, соответствующего зениту, отсутствует.

В теории антенн известен принцип взаимности, согласно которому все параметры приемной антенны можно определить по известным параметрам этой же антенны в режиме передачи. Тогда можно представить себе рассматриваемую антенну, как передающую, подключенную к выходу радиопередатчика. Излучение сигнала антенной происходит под воздействием тока высокой частоты, протекающего в проводе антенны. В нижней части вертикального провода антенны ток максимален, по мере продвижения вверх за счет излучения сила тока уменьшается, а на верхнем конце равна нулю. Из-за этого наиболее эффективна нижняя часть этой антенны, а самая верхняя часть практически не используется. Для повышения эффективности антенны необходимо добиться излучения не только нижней, но и верхней частью за счет более равномерного распределения тока вдоль провода. Это достигается подключением верхнего конца провода к какимлибо дополнительным проводникам, которые за счет емкости между ними и поверхностью Земли обеспечат появление тока в этой точке антенны.

Наиболее просто к верхнему концу вертикального провода антенны подключить горизонтальный провод. Такие антенны получили название Г-образных и Т-образных, если вертикальный провод подключен соответственно к концу или к середине горизонтального. Обе антенны обладают одинаковыми параметрами и свойствами, а выбор одной из них зависит исключительно от возможностей конструктивного исполнения. Горизонтальную часть антенны лучше всего выполнять из антенного канатика как можно большей длины. Концы с помощью орешковых изоляторов крепятся к каким-либо высоким предметам на местности: к стенам зданий, деревьям, дымовым трубам. Использовать в качестве опор мачты линий электропередач телеграфные столбы или столбы энергоснабжения категорически запрещается. Горизонтальная часть антенны не должна располагаться под или над проводами телефонных линий, линий радиотрансляции или электроосветительной сети, так как при случайном обрыве того или иного

провода возможна аварийная ситуация. К горизонтальной части антенны в удобном месте припаивается провод снижения – лучше всего многожильный медный провод с резиновой или пластмассовой изоляцией с хлопчатобумажной лакированной оплеткой марки БПВЛ или ЛПРГС сечением не менее 1,5 мм^2. При наличии выбора предпочтение следует отдавать проводу БПВЛ, жила которого состоит из медных луженных проволок, что удобнее для пайки. Жила провода ЛПРГС состоит из нелуженых медных проволок, поверхность которых из-за контакта с резиновой изоляцией сильно окислена и перед пайкой требует тщательной зачистки каждой проволоки жилы. Можно, конечно, использовать и другие марки провода для снижения. Внутрь здания провод снижения пропускается через специально просверленные отверстия в рамах окна, куда предварительно вставляются трубчатые фарфоровые изоляторы. Снижение не должно касаться краев крыши, иначе под воздействием ветра изоляция провода протрется и прикосновение оголенной жилы к железной крыше или выполненной из другого материала, но мокрой во время дождя, будет сопровождаться тресками в приемнике. Конец провода снижения заправляется в однополосную вилку для подключения к антенному гнезду радиоприемника.

Гнездо заземления приемника должно быть надежно присоединено к Земле. При наличии в здании водопровода его можно соединить с водопроводной трубой таким же проводом, который используется для снижения антенны. При отсутствии водопровода необходимо сделать специальное заземление. Для этого под окном выкапывается яма, желательно глубиной до уровня грунтовых вод. В яму закапывается какой-нибудь массивный металлический предмет, к которому припаивается провод заземления, насыпается один–два килограмма поваренной соли и заливается ведром воды, после чего яма закапывается. В летнее сухое время желательно время от времени поливать это место водой.

В сельской местности для защиты от грозовых разрядов необходимо снабдить снижение антенны разрядником. Он представляет собой две металлические зубчатые пластинки, расположенные зубцами одна к другой с расстоянием между остриями зубцов в 2–3 мм. Пластинки крепятся к основанию из изоляционного материала в виде пластинки оргстекла, которая устанавливается на стене. С одной зубчатой пластинкой соединяется провод заземления, с другой – провод снижения антенны. Полезно также во время грозы соединять между собой накоротко пластинки разрядника, заземляя антенну.

Часто отсутствует возможность крепления горизонтальной части антенны достаточной длины. В этих случаях можно рекомендовать установку антенны типа "Метелка". Конструкция такой антенны достаточно проста. Верхняя часть антенны выполняется в виде пучка проводов, расходящихся под углом от 45 до 90 градусов. Этот угол практически не влияет на работу антенны. Пучок собирают из 19, 37 или 61 куска голого медного провода. Длина проводов для пучка берется в пределах от 500 до 1000 мм, а диаметр провода от 1,5 до 5 мм. Чем длиннее провода, тем больше должен быть их диаметр для получения достаточной жесткости конструкции. Каждый провод правят для получения ровного и прямого куска. Один конец каждого провода зачищают на длину 50 мм и залуживают окунанием в расплавленный припой с использованием канифольного флюса.

В результате залуживания на поверхности проводов не должно быть излишков припоя. Затем все провода собирают в пучок, который должен представлять собой правильный шестигранник. Конец пучка из залуженных проводов обматывается медным луженым проводом диаметром 1,5 мм, чтобы получить бандаж шириной примерно 30 мм. Намотка ведется плотно, с натягом виток к витку. Концы бандажного провода скручивают, после чего бандаж нужно пропаять, либо погрузив его в расплавленный припой, либо паяльной лампой, так как мощности паяльника не хватит. Запаянный конец пучка крепят на фарфоровом изоляторе, который укрепляют на шесте. Свободные концы проводов пучка разводят равномерно в стороны, чтобы получить объемный конус. К бандажу припаивается провод снижения, а шест устанавливается на крыше. При этом необходимо предусмотреть, чтобы при случайном падении шеста он не коснулся каких-либо проводов. При большой длине шеста его можно крепить одним или двумя ярусами растяжек, которые изготовляются из стальной оцинкованной проволоки. Каждый ярус обычно содержит по три растяжки.

Эффективность рассмотренных антенн определяется длиной вертикальной части. Напряжение сигнала на антенном входе радиоприемника определяется произведением напряженности электромагнитного поля в точке приема на действующую высоту антенны. При наличии горизонтальной части или метелки действующей высотой антенны можно приближенно считать геометрическую длину вертикальной части. Поэтому для улучшения приема далеко расположенных радиовещательных станций необходимо стремиться к удлинению вертикальной части антенны. В отличие от телевизионных антенн, когда в условиях дальнего приема важна высота расположения антенны над поверхностью Земли, здесь имеет значение высота расположения горизонтальной части или метелки над уровнем размещения радиоприемника, так как прием осуществляется именно вертикальной частью антенны.

9.2. КОМНАТНЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ ДИАПАЗОНОВ ДВ, СВ И КВ

Порой задача приема радиопередач дальних радиостанций не ставится и вполне можно ограничиться комнатной антенной. Простейшая комнатная антенна представляет собой кусок голого или эмалированного медного провода диаметром 0,4...0,8 мм, протянутый под потолком от одной стены к другой, к которому припаян другой кусок такого же провода, подключенный к антенному гнезду приемника. При этом использовать гнездо заземления нет необходимости. Нужно заметить, что не только все современные радиовещательные приемники, но и приемники, выпущенные 10 и 20 лет назад, оснащены ферритовой магнитной антенной для приема передач в диапазонах длинных и средних волн. Многие приемники имеют ручку поворота магнитной антенны, что позволяет выбрать ее оптимальное положение, соответствующее наилучшему приему при минимуме помех. Портативные переносные приемники также оборудованы ферритовыми магнитными антеннами для работы в диапазонах ДВ и СВ, а некоторые, такие как "Украина-201" и "Меридиан-201" дополнительно магнитной антенной с ферритовым сердечником для работы в диапазоне КВ.

Помимо магнитной антенны все радиоприемники имеют гнездо для подключения наружной антенны, но если речь не идет о дальнем приеме, использование комнатной антенны не дает преимуществ перед имеющейся магнитной антенной. Дело в том, что не только комнатные, но и наружные антенны, доступные для изготовления рядовым владельцем радиоприемника, в диапазонах ДВ, СВ и КВ являются ненаправленными из-за того, что их размеры для диапазона КВ значительно меньше, а для диапазонов СВ и ДВ несоизмеримо меньше длины волны. Магнитная же антенна является направленной и, поэтому обладает пространственной избирательностью, что позволяет, поворачивая ее, ослабить уровень помех, поступающих к антенне с других направлений, и выбрать положение, соответствующее максимуму полезного сигнала. Наконец, благодаря использованию в магнитных антеннах ферритовых сердечников, их действующая высота больше, чем у комнатных антенн доступных размеров.

В те времена, когда эфир, особенно в диапазонах коротких волн, был напичкан радиостанциями специального назначения (глушилками), использование направленных магнитных антенн иногда позволяло избавиться от этих специально создаваемых помех или в какой-то степени их ослабить. Когда эти радиостанции были упразднены, проявился недостаток направленных свойств магнитных антенн, так как при приеме радиовещания желательно иметь ненаправленную антенну: заранее неизвестно, с какого направления осуществится прием той или иной радиостанции. Однако, до настоящего времени промышленность не выпускает радиовещательных приемников, оборудованных ненаправленной встроенной антенной. В диапазонах КВ радиоволны имеют, как правило, горизонтальную поляризацию. Поэтому в тех случаях, когда прием ведется переносным или портативным радиоприемником, проще всего поставить приемник набок, так чтобы встроенная в него ферритовая антенна оказалась вертикальной. Тогда в горизонтальной плоскости ее диаграмма направленности станет круговой - ненаправленной. Стационарный радиоприемник кантовать практически невозможно. Тем не менее, если конструируется самодельный приемник или есть желание переделать уже готовый, этот недостаток можно устранить.

Имеется возможность горизонтально расположенную магнитную антенну сделать ненаправленной. Для этого используют два взаимно-перпендикулярных ферритовых стержня прямоугольного сечения длиной по 50-60 мм, склеив их клеем БФ-2 или эпоксидным клеем. Перед склейкой необходимо тщательно притереть торец одного к поверхности другого, чтобы получилась Г-образная конструкция. Антенную катушку необходимо равномерно намотать по всей длине Г-образного стержня.

Существуют и более сложные рекомендации, когда предлагается наматывать на каждом стержне раздельные антенные катушки и катушки связи, а антенные катушки настраивать отдельными конденсаторами переменной емкости. При этом требуется обеспечить сдвиг фаз между катушками связи, равный 90°. Это достигается включением в цепь одной из катушек связи нескольких витков, размещенных на другом стержне магнитной антенны.

Прием сигналов удаленных радиостанций в условиях современного города связан с наличием значительного уровня индустриальных помех за счет электрического и автомобильного транспорта, работы коллекторных электродвигателей, кассовых аппаратов, электромедицинской аппаратуры и других

потребителей электроэнергии. В этих условиях улучшить прием может применение широкополосной рамочной помехозащищенной антенны. Одна из таких антенн была предложена киевлянином В. Андриановым в журнале "Радио", 1991 г., № 1. Антенна представляет собой одну или две экранированные рамки, выполненные каждая из одного витка коаксиального кабеля длиной 11 м с фидером, из такого же кабеля. Связь антенны с фидером осуществляется с помощью трансформатора с объемным витком, обеспечивающим согласование в широкой полосе частот, включающей диапазоны длинных, средних, коротких волн и даже УКВ. Конструкция этого трансформатора автором подробно описана в статье. Антенна была установлена на лоджии третьего этажа панельного дома и использовалась совместно с радиоприемником Ишим-003-1. Приемник обеспечивал уверенный прием радиостанций в диапазоне от 150 кГц до 18 МГц, а также в диапазоне УКВ на расстоянии 7 км от передатчика при полном затенении трассы высотными зданиями.

Оригинальная самодельная рамочная антенна средневолнового диапазона была предложена известным специалистом радиоприема В. П. Поляковым в журнале "Радио", 1994 г., № 1. Антенна реагирует на магнитную составляющую электромагнитного поля и может служить заменой ферритовой антенны, а ее электрические параметры могут быть даже лучше, чем у ферритовой. Рамка антенны выполнена на каркасе диаметром 125 мм корзиночной намоткой и настраивается стандартным конденсатором переменной емкости. Обмотка содержит 37 витков провода литцендрат ЛЭШО 21х0,07. Добротность этой рамочной антенны изменяется по диапазону в пределах от 200 до 280 при полосе пропускания до 6 кГц. Напряжение на выводах контура рамочной антенны, наводимое полем центральных радиостанций, составило от 15 до 300 мВ на 9 этаже панельного дома в Москве. Автор предлагает располагать антенну вне радиоприемника, на небольшом от него расстоянии. Входным каскадом радиоприемника рекомендуется истоковый повторитель на транзисторе КП303В.

9.3. СУРРОГАТНЫЕ АНТЕННЫ

Достаточно хороший прием радиовещания в диапазонах ДВ, СВ и КВ достигается при использовании в городских условиях суррогатных антенн, в качестве которых можно применить трубы центрального отопления или водопровода. Хотя они обычно заземлены, их разветвленная сеть внутри здания обеспечивает наведение электромагнитным полем достаточно высокого уровня сигнала. В результате прием на такую суррогатную антенну оказывается значительно лучше, чем на комнатную. Единственный недостаток этих антенн состоит в повышенном уровне индустриальных помех из-за того, что они воспринимают излучения, возникающие при искровых разрядах от включения и выключения различных потребителей электроэнергии в здании. Подключать к радиоприемнику заземление при использовании такой антенны не требуется.

Необходимо предостеречь от использования в качестве суррогантной антенны проводов электроосветительной сети. Некоторые авторы дают такие рекомендации, предлагая подключать антенное гнездо радиоприемника к одному из проводов электросети через разделительный конденсатор, рассчи-

танный на рабочее напряжение не менее 250 В Обычно действительно прием на гакую антенну возможен, но не всегда Дело в том, что некоторые радиоприемники с сетевым питанием содержат сетевой фильтр помех Конденсаторы этого фильтра замыкают каждый провод сетевого питания на корпус приемника, что сильно ослабляет уровень наведенных сигналов в проводах электросети Однако, главная причина, препятствующая использованию электросети в качестве антенны, заключается в опасности электрического пробоя конденсатора, который рекомендуют включать между проводом электросети и антенным гнездом приемника При этом возможно перегорание контурных катушек в приемнике и даже поражение электрическим током при прикосновении к металлическим элементам конструкции аппарата Об уровне помех радиоприему от такого суррогата антенны можно судить по тому, что каждое включение-выключение потребителя энергии в доме приводит к сильному щелчку, не говоря уж о электробритвах, электрических утюгах с терморегуляторами и холодильниках

9.4. АНТЕННЫ ДЛЯ ДИАПАЗОНА УКВ

Диапазон, отведенный для радиовещания на ультракоротких волнах, характеризуется теми же особенностями, что и отведенный для телевидения Поэтому дальность приема радиопередач в этом диапазоне, как и в телевидении, определяется зоной прямой видимости и зоной полутени, в которой уровень напряженности поля значительно меньше Отличие от приема телевизионных сигналов состоит в том, что для приема радиопередач требуется меньшая напряженность поля Как указывалось в разделе 2 1 уровень собственных шумов телевизионного приемника составляет примерно 5 мкВ при полосе пропускания 6 МГц Полоса пропускания радиовщательного УКВ приемника, определяющая уровень шумов, составляет всего 200 кГц, т е в 30 раз меньше, чем у телевизионного приемника В связи с тем, что напряжение собственных шумов пропорционально корню квадратному из полосы пропускания, напряжение собственных шумов на входе радиоприемника УКВ в 5,5 раз меньше, чем у телевизора, т е менее 1 мкВ Соответственно можно считать, что и напряженность поля для приема радиопередач может быть в 5,5 раз меньше, чем для приема телевидения Отсюда, при одинаковых напряженностях поля для приема радиовещания требуется менее эффективная антенна, чем для приема телевидения

За исключением приведенных соображений антенна для приема радио вещания в диапазоне УКВ ничем не отличается от телевизионной антенны Поэтому для изготовления такой антенны можно пользоваться приведенными выше описаниями телевизионных антенн Необходимо лишь правильно выбрать размеры элементов антенны, для чего берется среднее арифметическое из размеров каждого элемента телевизионной антенны для второго и третьего телевизионных канлов Это связано с тем, что радиовещание осуществляется как раз в частотном промежутке между полосами частот этих двух каналов В связи с тем, что любая телевизионная антенна рассчитана на прием широкой полосы частот телевизионного канала не менее 6 МГц, а полоса пропускания многих одноканальных телевизионных антенн даже шире, одной антенной можно принимать все радиовещательные станции, работаю-

щие в диапазоне УКВ Если же для приема телевидения используется широкополосная антенна, рассчитанная на диапазон, включающий в себя 2-и и 3-й каналы телевидения, эта же самая антенна может служить и для приема радиовещания Достаточно установить разветвительную коробку, один из выходов которой соединить телевизионным кабелем с антенным входом УКВ-приемника Так же можно поступить при наличии телевизионной антенны коллективного пользования, если она рассчитана на прием 2-го и 3-го телевизионных каналов Использование уже имеющейся телевизионной антенны для приема радиовещания в диапазоне УКВ возможно также и потому, что радиопередатчики этого диапазона территориально совмещены с телецентрами и телевизионными ретрансляторами

При отсутствии телевизионной антенны для приема УКВ-ЧМ передач в зоне прямой видимости пригодны разрезной полуволновый вибратор (рис 4 1) и петлевой вибратор (рис 4 2), а в зоне полутени - трехэлементная антенна "Волновой канал" (рис 4 3) или одинарная двухэлементная рамочная антенна (рис 4 5) При пересчете размеров прежними остаются диаметры трубок, расстояния между концами вибраторов в точках подключения фидера и расстояние между шлейфом и фидером для рамочной антенны

9.5. ГДЕ ПРОКОНСУЛЬТИРОВАТЬСЯ ПО АНТЕННЕ

По вопросам выбора и изготовления антенны для приема спутниковых программ радиовещания, Си-Би или телевидения, а также по любым другим вопросам радиотехники, телевидения и электроники можно обращаться в Письменную радиотехническую консультацию Центрального радиоклуба имени Э Т Кренкеля Российской Федерации по адресу 123459, Москва, Походный проезд, 23

Радиотехническая консультация, помимо конкретных советов, может рекомендовать также литературу по интересующему заказчика вопросу и выслать ксерокопии соответствующей статьи из журнала или из книги Даются разъяснения работы каскадов, узлов и радиоаппарата в целом, рекомендации по замене радиодеталей, в том числе радиоламп, транзисторов или микросхем, а также электронно-лучевых трубок или кинескопов Сообщаются цоколевки радиоламп, транзисторов, диодов, микросхем, электронно-лучевых трубок, а также их технические параметры или характеристики Даются советы по устранению возникшей неисправности в радиоаппарате Выполняются простейшие радиотехнические расчеты

Для получения консультации заказчик должен как можно подробнее изложить свой вопрос Для получения совета по устранению неисправности нужно подробно описать, как эта неисправность проявляется, при каких условиях, что уже предпринималось для ее устранения и чем эти попытки закончились Желательно, также сообщить режимы ламп, транзисторов или интегральных микросхем, при которых неисправность проявляется При неисправности телевизора, необходимо описать искажения на его экране, которые нужно устранить При невозможности фотографирования достаточно нарисовать наиболее характерные части таблицы с замеченными искажениями

Радиотехническая консультация располагает принципиальными схемами большинства отечественных радиоприемников, телевизоров, магнитофонов

10. АНТЕННЫ СИ=БИ СВЯЗИ

В последние годы в нашей стране началось широкое развитие систем гражданской связи, работающих в диапазоне 27 МГц. Они давно функционируют за рубежом. В России внедрению этого вида радиосвязи положило Решение государственной комиссии по радиочастотам СССР (ГКРЧ СССР) "О выделении радиочастот для разработки и серийного производства радиоаппаратуры личного пользования, реализуемой через торговую сеть", принятое в 1988 году, и его логическое продолжение - решение ГКРЧ России "О выделении дополнительных полос радиочастот в диапазоне 27 МГц для радиостанций личного пользования", принятое 29 августа 1994 г. Речь идет о радиостанциях личного пользования в диапазоне 27 МГц, который за рубежом называют гражданским диапазоном - Си-Би (Citizen's Band).

Сегодня в Российской Федерации гражданская связь становится массовым, наиболее доступным средством обмена сообщениями и информацией между людьми.

Быстрое становление гражданской связи объясняется тем, что она с первых шагов опиралась на энтузиастов, многие из которых вышли из радиолюбительскго движения. Именно их силами организованы и действуют в Москве диспетчерские службы, такие, как "Полет-27", "Служба спасения", "Крик". Пользователями Си-Би предлагаются различные информационные услуги, в том числе связь через диспетчера с абонентами Московской городской телефонной сети. Фактически сегодняшний пользователь диапазона гражданской радиосвязи располагает многими возможностями, которые раньше были доступны лишь абонентам сотовых радиотелефонных сетей.

Для того, чтобы в полной мере пользоваться возможностями гражданского диапазона, необходимо обладать не только хорошей аппаратурой и эффективными антеннами, но и соблюдать правила и самодисциплину поведения в эфире. Одно из главных правил гласит: всегда быть тактичными и не мешать радиосвязи, если в данный момент канал занят другим пользователем. Ведь частотные каналы в диапазоне 27 МГц не закреплены за какими-либо радиосетями или абонентами. Все владельцы радиостанций Си-Би имеют равные права.

Самодисциплина особенно необходима в Москве и других крупных городах, где из-за насыщенности эфира средствами персональной связи, а также высокого уровня индустриальных помех часто создается сложная электромагнитная обстановка. В связи с этим возрастает роль контроля за работой в эфире, который ведут службы Госсвязьнадзора. Госсвязьнадзор поддерживает тесные контакты с общественностью и, в первую очередь, с массовой общественной организацией пользователей гражданского диапазона "Ассоциацией-27", которая призвана содействовать развитию и повышению культуры применения радиосредств Си-Би в широких слоях общества.

Основным документом, регламентирующим условия пользования диапазоном 27 МГц в России, сегодня является уже упомянутое выше решение

Государственной комиссии по радиочастотам при Министерстве связи Российской Федерации (Протокол 32/2 от 29.08.94 г. Приложение 1). Этот документ предоставляет право использования всех типов радиостанций диапазона 27 МГц как отдельным гражданам, так и юридическим лицам при наличии соответствующего разрешения Главного управления Государственного надзора за связью в Российской Федерации (Главгоссвязьнадзор России). Оформление решений на эксплуатацию указанных радиостанций гражданами и юридическими лицами осуществляется Главгоссвязьнадзором. Практически перед покупкой аппаратуры будущий пользователь должен обратиться в местное управление Главгоссвязьнадзора для получения разрешения на приобретение радиостанции. Частным лицам старше 16 лет разрешения выдаются по месту жительства. С полученным разрешением будущий пользователь может купить радиостанцию в фирме, которая уполномочена на реализацию радиопередающих средств.

Для облегчения и ускорения прохождения формального этапа - получения разрешения на работу в эфире - управление Главгоссвязьнадзора в Москве делегировало ряд своих полномочий Общественной организации "Ассоциация-27", которая помогает всем желающим сделать первые шаги в гражданской связи.

10.1. ГРАЖДАНСКАЯ СВЯЗЬ В ДИАПАЗОНЕ 27 МГц, ЧАСТОТНЫЕ РАДИОКАНАЛЫ И РАДИОСТАНЦИИ

С чего следует начать "цивилизованное" освоение Си-Би? Очевидно, прежде всего ознакомиться с техническими требованиями к Си-Би радиостанциям и частотными радиоканалами, выделенными для гражданского диапазона. Перечень характеристик радиостанций диапазона 27 МГц приведен в таблице 10.1. В таблице 10.2 приведены условная нумерация и номинальные значения частотных каналов радиостанций диапазона 27 МГц, а в таблице 10.3 публикуются все частотные радиоканалы международного Си-Би стандарта. В настоящее время на территории России разрешен радиообмен в поддиапазонах C, D. Для удобства читателей их частотные каналы сведены в таблицу 10.4.

Каналам, обозначенным звездочкой, присвоены номера не по порядку, а в национальной нумерации 56, 62, 68, 70. Их среди Си-Би пользователей называют "дырками". Каналы 23, 24 и 25 расположены не на своих порядковых местах, но здесь нет опечатки. Их частоты растут в соответствии с шагом сетки частот.

Решением ГКРЧ, при участии "Ассоциации-27", в гражданском диапазоне упорядочено использование частотных радиоканалов специального назначения. Они предназначены для передачи экстренных сообщений.

Канал 9 C Международного стандарта (27,065 МГц) является каналом бедствия и безопасности. Он служит для передачи сообщений о пожарах, авариях, несчастных случаях, автомобильных пробках.

В этом канале, а также в канале 19 C, в Москве организовано круглосуточное дежурство операторов "Служба спасения". В канале 3 C круглосуточно функционирует служба "Крик" (позывной "Петровка"), в канале 9 D (частота 27,515 МГц) также круглосуточно дежурят операторы службы

Таблица 10.1

Перечень
типовых характеристик радиостанций диапазона 27 МГц

Приложение 1 к решению ГКРЧ России от 29 08 94

п/п	Наименование параметров	Типы радиостанций	
		БЗЕ/СВ	Д/СВ
1	Диапазон радиочастот, кГц	26970-27410	27410-27860
2	Класс излучения	A3E, F3E, J3E	A3E, F3E, J3E
3	Мощность несущей передатчика для класса излучения F3E, Вт, не более	10	10
4	Пиковая мощность передатчика для классов излучения A3E, J3E, Вт, не более	10	10
5	Уровень несущей и боковой полосы передатчика для класса излучения J3E, - дБ, не более	-40	-40
6	Число частотных каналов	1-44	1-40
7	Частотный разнос между соседними каналами, кГц	10	10
8	Девиация частоты передатчика для класса излучения F3E, кГц	1,8	1,8
9	Полоса частот модуляции, Гц	300-2700	300-2700
10	Ширина полосы частот излучения передатчика на уровне -30 дБ, кГц, не более		
	а) для класса излучения F3E	9	9
	б) для класса излучения A3E	10,3	10,3
	в) для класса излучения J3E	4,3	4,3
11	Отклонение частоты передатчика и гетеродина приемника от номинального значения, не более		
	а) для классов излучения A3E и F3E	50×10^{6}	50×10^{6}
	б) для класса излучения J3E	50×10^{6}	50×10^{6}
12	Уровень побочных излучений передатчика, -дБ, не более	40	40
13	Чувствительность приемника при отношении с/ш 12 дБ, мкВ, не хуже	10	10
14	Избирательность приемника по соседнему каналу, -дБ, не менее	40	40
15	Избирательность приемника по побочным каналам приема, -дБ, не менее	40	40
16	Интермодуляционная избирательность приемника, -дБ, не менее	40	40

Примечания: 1 Условная нумерация и значения частотных каналов радиостанций приведены в приложении 2 (таблица 10 2)

2 Допускается разработка радиостанций с мощностью передатчика менее 10 Вт, а также радиостанций с классом излучения только A3E, только J3E, только F3E или с несколькими классами излучений

3 В режиме J3E может использоваться верхняя или нижняя боковая полоса частот

4 В одноканальных радиостанциях может использоваться любая радиочастота соответствующего диапазона, кроме номинала частоты 27065 кГц

5 В многоканальных радиостанциях типа БЗЕ/СВ обязательно наличие частоты 27065 кГц (канал 9 - бедствия и безопасности)

Таблица 10.2

Условная нумерация и номинальные значения частотных каналов радиостанций диапазона 27 МГц

Приложение 2 к решению ГКРЧ России от 29 08 94

№№ каналов	Типы радиостанций		№№ каналов	Типы радиостанций	
	БЗЕ/СВ	Д/СВ		БЗЕ/СВ	Д/СВ
1	-	27,415	74	27,195	
2	26,975	27,425	20	27,205	27,655
3	26,985	27,435	21	27,215	27,665
56	26,995		22	27,225	27,675
4	27,005	27,455	23	27,255	27,705
5	27,015	27,465	24	27,235	27,685
6	27,025	27,475	25	27,245	27,695
7	27,035	27,485	26	27,265	27,715
62	27,045		27	27,275	27,725
8	27,055	27,505	28	27,285	27,735
9	27,065	27,515	29	27,295	27,745
10	27,075	27,525	30	27,305	27,755
11	27,085	27,535	31	27,315	27,765
68	27,095		32	27,325	27,775
12	27,105	27,555	33	27,335	27,785
13	27,115	27,565	34	27,345	27,795
14	27,125	27,575	35	27,355	27,805
15	27,135	27,585	36	27,365	27,815
70	27,145		37	27,375	27,825
16	27,155	27,605	38	27,385	27,835
17	27,165	27,615	39	27,395	27,845
18	27,175	27,625	40	27,405	27,855
19	27,185	27,635			

Примечания: 1 Частотные каналы с 1 по 40 - соответствуют международной нумерации, а каналы 56, 62, 68, 70, 74 - национальной нумерации

2 Канал 9 (27065 кГц) станций БЗЕ/СВ является каналом бедствия и безопасности

3 Канал 19 (27185 кГц) станций БЗЕ/СВ рекомендуется использовать в качестве информационного канала для автомобилистов

"Полет-27" Они всегда готовы помочь пользоватею отыскать в эфире нужного корреспондента, дать справку, консультацию В этом канале активисты "Ассоциация-27" еженедельно обсуждают различные вопросы Си-Би радиосвязи, дают технические консультации, передаются последние новости в мире Си-Би

Аналогичные диспетчерские службы организованы в Зеленограде, Клину, Твери, Можайске, Дубне, Рязани, Ступино, Коломне, Торжке, С -Петербурге, Нижнем Новгороде, Саратове, Тольятти, Краснодаре, Туле и многих других городах России На конец 1997 г число городов, в которых функционировали диспетчерские службы, превышало 50 и число их растет с каждым днем

Для информации корреспондента об условиях приема его сигналов и о качестве самих сигналов во время телефонной радиосвязи передается комби-

Таблица 10.3

Частоты каналов международного стандарта (в МГц)

	A	B	C	D	E
1	26,065	26,515	26,965	27,415	27,865
2	26,075	26,525	26,975	27,425	27,875
3	26,085	26,535	26,985	27,435	27,885
4	26,105	26,555	27,005	27,455	27,905
5	26,115	26,565	27,015	27,465	27,915
6	26,125	26,575	27,025	27,475	27,925
7	26,135	26,585	27,035	27,485	27,935
8	26,155	26,605	27,055	27,505	27,955
9	26,165	26,615	27,065	27,515	27,965
10	26,175	26,625	27,075	27,525	27,975
11	2,185	26,635	27,085	27,535	27,985
12	26,205	26,655	27,105	27,555	28,005
13	26,215	26,665	27,115	27,565	28,015
14	26,225	26,675	27,125	27,575	28,025
15	26,235	26,685	27,135	27,585	28,035
16	26,255	26,705	27,155	27,605	28,055
17	26,265	26,715	27,165	27,615	28,065
18	26,275	26,725	27,175	27,625	28,075
19	26,285	26,735	27,185	27,635	28,085
20	26,305	26,755	27,205	27,655	28,105
21	26,315	26,765	27,215	27,665	28,115
22	26,325	26,775	27,225	27,675	28,125
23	26,355	26,805	27,255	27,705	28,155
24	26,335	26,785	27,235	27,685	28,135
25	26,345	26,795	27,245	27,695	28,145
26	26,365	26,815	27,265	27,715	28,165
27	26,375	26,825	27,275	27,725	28,175
28	26,385	26,835	27,285	27,735	28,185
29	26,395	26,845	27,295	27,745	28,195
30	26,405	26,855	27,305	27,755	28,205
31	26,415	26,865	2,315	27,765	28,215
32	26,425	26,875	27,325	27,775	28,225
33	26,435	26,885	27,335	27,785	28,235
34	26,445	26,895	27,345	27,795	28,245
35	26,455	26,905	27,355	27,805	28,255
36	26,465	26,915	27,365	27,815	28,265
37	26,475	26,925	27,375	27,825	28,275
38	26,485	26,935	27,385	27,835	28,285
39	26,495	26,945	27,395	27,845	28,295
40	26,505	26,955	27,405	27,855	28,305

нация из трех символов (RSM), оценивающая разбираемость сигнала (R - англ. readability) по пятибальной шкале, силу сигналов (S - англ. strength) по девятибальной шкале и качество модуляции (M - англ. modulation) по пятибальной шкале.

Таблица 10.4

Условная нумерация каналов и их частоты по Российскому стандарту (в МГц)

Канал	C	D	Канал	C	D
1	26,960	27,410	*	27.190	27,640
2	26,970	27,420	20	27,200	27,650
3	26,980	27,430	21	27,210	27,660
*	26,990	27,440	22	27,220	27,670
4	27,000	27,450	24	27,230	27,680
5	27,010	27,460	25	27,240	27,690
6	27,020	27,470	23	27,250	27,700
7	27,030	27,480	26	27,260	27,710
*	27,040	27,490	27	27,270	27,720
8	27,050	27,500	28	27,280	27,730
9	27,060	27,510	29	27,290	27,740
10	27,070	27,520	30	27,300	27,750
11	27,080	27,530	31	27,310	27,760
*	17,090	27,540	32	27,320	27,770
12	27,100	27,550	33	27,330	27,780
13	27,110	27,560	34	27,340	27,790
14	27,120	27,570	35	27,350	27,800
15	27,130	27,580	36	27,360	27,810
*	27,140	27,590	37	27,370	27,820
16	27,150	27,600	38	27,380	27,830
17	27,160	27,610	39	27,390	27,840
18	27,170	27,620	40	27,400	27,850
19	27,180	27,630			

Шкала R.

1 - Неразборчиво, прием невозможен; 2 - Едва разборчивы отдельные слова, прием практически невозможен; 3 - Разборчиво с большим трудом (30 - 50 %); 4 - Достаточно разборчиво (50 - 80 %); 5 - Совершенно разборчиво (100 %).

Шкала S.

1 - Едва слышно, прием невозможен; 2 - Очень слабые сигналы, прием практически невозможен; 3 - Очень слабые сигналы, прием с большим напряжением; 4 - Слабые сигналы, прием с небольшим напряжением; 5 - Удовлетворительные сигналы, прием почти без напряжения; 6 - Хорошие сигналы, прием без напряжения; 7 - Умеренно громкие сигналы; 8 - Громкие сигналы; 9 - Очень громкие сигналы.

Шкала M.

1 - Очень большие искажения, прием невозможен; 2 - Большие искажения, прием с большим трудом; 3 - Заметные искажения; 4 - Небольшие искажения;

5 - Искажения отсутствуют В большинстве случаев пользователи Си-Би аппаратуры, как правило, дают цифровую оценку только по шкале S, остальное словами.

В большинстве случаев пользователи Си-Би аппаратуры, как правило, дают цифровую оценку только по шкале S, остальное – словами.

10.2. ДАЛЬНОСТЬ РАДИОСВЯЗИ

Можно указать целый комплекс факторов, влияющих на дальность и надежность связи в Си-Би диапазоне.

В первую очередь дальность связи, как и в телевидении, определяется максимальным расстоянием прямой видимости (рис. 10.1), которое зависит

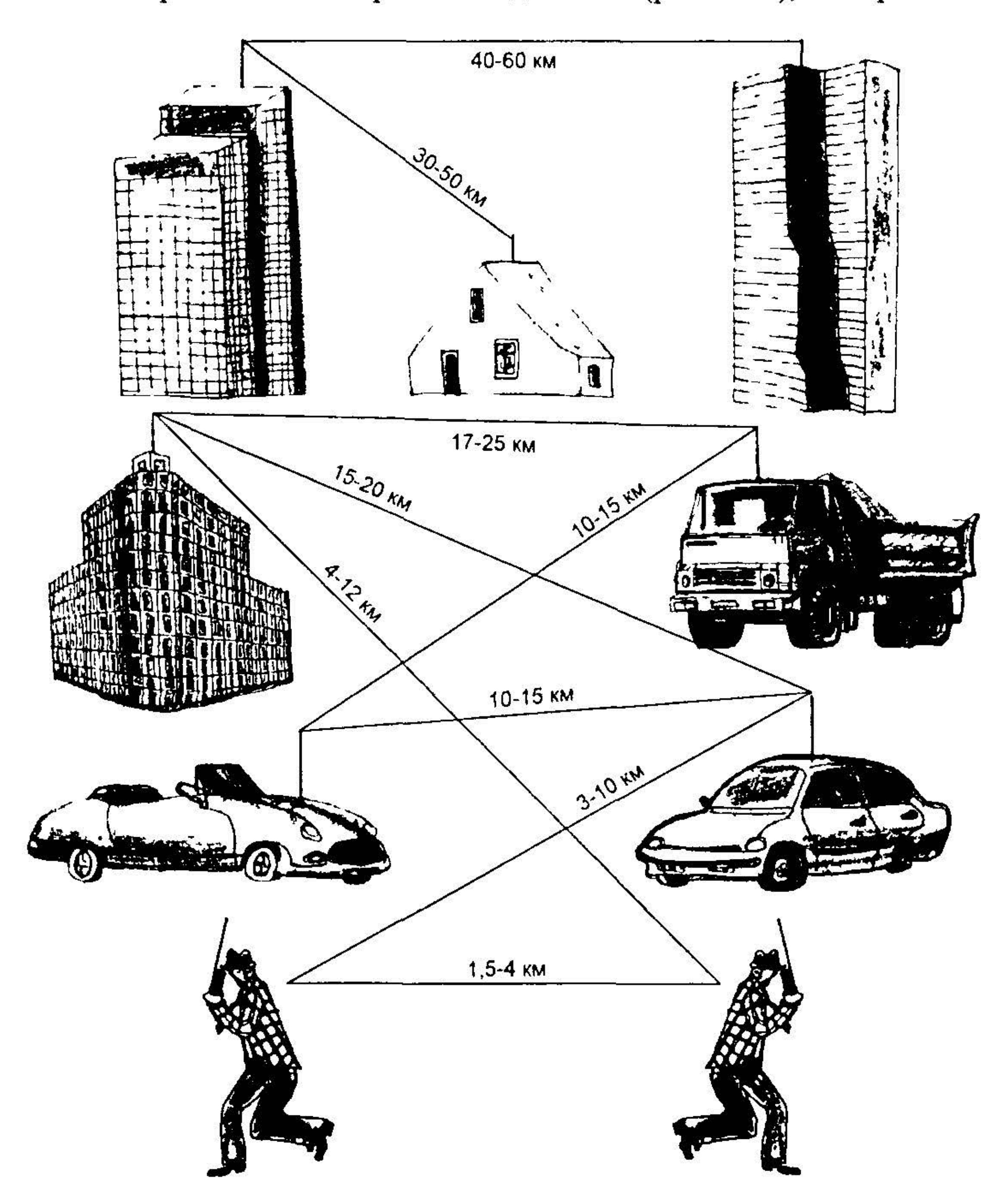


Рис. 10.1. К вопросу о дальности радиосвязи

от высоты расположения передающей и приемной антенн над поверхностью Земли:

$$D = 3,57(\sqrt{H} + \sqrt{h}),$$

где D – максимальная дальность прямой видимости, км; Н – высота передающей антенны, м; h – высота приемной антенны, м.

В связи с тем, что длина волны в Си-Би диапазоне почти вдвое больше, чем в длинноволновом участке телевизионного диапазона, заметнее

сказываются явления дифракции и тропосферной рефракции, благодаря чему зона радиовидимости простирается несколько дальше:

$$D = 4,11(\sqrt{H} + \sqrt{h}).$$

Так, при установке передающей антенны на крыше 9-этажного дома ($H = 30$ м), а приемной антенны – на даче ($h = 10$ м) дальность связи оказывается равной 35,5 км.

Вторым по важности фактором, определяющим дальность связи, является выбор антенны, которая характеризуется своей эффективностью – шириной главного лепестка диаграммы направленности или коэффициентом усиления, а также тем, насколько этот лепесток прижат к линии горизонта в вертикальной плоскости. Следует отметить, что многообещающие характеристики некоторых антенн не реализуются сами по себе. Владельцу радиостанции следует соблюсти целый ряд требований (именно этот набор "ноу-хау" отличает специалиста от начинающего), специфичных для конкретных типов антенн. К ним относятся надежное заземление, максимальная высота установки автомобильных антенн, выбор материала и длины мачты, согласование и симметрирование антенны и др. Поскольку высота мачты, несущей антенну вашей радиостанции, ограничена реалиями окружающей действительности, выбор антенны зачастую приобретает решающее значение.

Значительное влияние на дальность связи оказывает мощность передатчика. Максимальная разрешенная мощность передатчика в Си-Би диапазоне составляет 10 Вт. Такое ограничение объясняется опасностью взаимных помех между радиостанциями, а также созданием помех телевидению и радиовещанию из-за внеполосных излучений радиопередатчиков. Начинающие Си-Би пользователи иногда думают: если при мощности передатчика 4 Вт они связались на расстоянии 20 км, то при мощности 100 Вт гарантируется связь на расстоянии 100 км. Это – заблуждение! Если в зоне радиовидимости увеличение расстояния в 2 раза приводит к уменьшению уровня сигнала в 4 раза, то за границей этой зоны затухание сигнала возрастает значительно сильнее. Более подробно этот вопрос рассмотрен в разделе 1.3 настоящей книги.

Трудно переоценить влияние на дальность связи марки кабеля, которым радиостанция соединяется с антенной. Основным фактором здесь является удельное затухание, которое для разных марок кабеля различно. Опытные радиолюбители предпочитают кабель с наименьшим удельным затуханием, что особенно важно при его длине в десятки метров. Аппаратура Си-Би обычно выпускается для работы на кабель с волновым сопротивлением 50 Ом. Для 50-омных кабелей со сплошной полиэтиленовой изоляцией удельное затухание на частоте 27 МГц можно оценить с помощью табл. 10.5.

Таблица 10.5

Удельное затухание кабеля на частоте 27 МГц

Диаметр изоляции D, мм	5	10	20	30
Затухание, дБ/м	0,03–0,05	0,015–0,03	0,01–0,02	0,007–0,015

При покупке кабеля для радиостанции часто не известна его марка, однако, приведенная таблица позволяет оценить его удельное затухание, а волновое сопротивление можно определить, разделив диаметр внутренней изоляции на диаметр центральной жилы так, как рекомендуется в разделе 2.2.

Наконец, дальность связи зависит от вида используемой модуляции. Обычный модулированный сигнал содержит несущую частоту и две боковые полосы. Несущая частота не несет никакой информации о передаваемом сообщении, которая распределена поровну между двумя боковыми полосами. Поэтому излучаемая передатчиком мощность бесполезно тратится на излучение несущей частоты, а наличие двух боковых полос соответствует избыточности информации. Если в передатчике подавить несущую частоту и одну боковую полосу, в другой можно сосредоточить всю разрешенную мощность. Кроме того, для приема одной боковой полосы частот можно вдвое сузить полосу пропускания приемника, что сопровождается уменьшением уровня его собственных шумов и улучшением чувствительности. При однополосной модуляции (SSB) эффективная излучаемая мощность возрастает на 9 дБ, т. е. в 8 раз. Таким образом, однополосный передатчик мощностью 4 Вт эквивалентен двухполосному с несущей мощностью 32 Вт. Дальность уверенной связи при работе SSB возрастает на 50–75 %.

Кроме упомянутых факторов нельзя недооценивать значение согласования антенны с фидером и фидера с радиостанцией. При идеальном согласовании вся энергия передатчика передается фидером в антенну и вся принятая антенной энергия сигнала передается фидером на вход приемника. Для согласования волновое сопротивление фидера должно быть равно входным сопротивлениям антенны и радиостанции. При рассогласовании часть энергии передатчика отражается от фидера, а та часть, которая поступает в фидер, отражается от антенны. В режиме приема часть энергии сигнала, принятого антенной, отражается от фидера, а та часть, которая поступает в фидер, отражается от радиостанции. В фидере помимо прямой волны возникает отраженная, вместо "бегущей волны" возникает "стоячая волна". Степень рассогласования количественно характеризуется либо коэффициентом стоячей волны КСВ, либо коэффициентом бегущей волны КБВ, произведение которых равно единице. Чем лучше согласование, тем меньше КСВ и больше КБВ. Признаком идеального согласования является равенство КСВ = КБВ = 1, хотя при КСВ < 1,5 дополнительные потери оказываются достаточно малы.

Приведенные выше рекомендации и оценки факторов, влияющих на дальность связи относятся к связи поверхностной волной, распространение которой слабо зависит от времени суток, года и состояния солнечной активности. По нашим наблюдениям достаточно уверенная связь поверхностной волной в Си-Би диапазоне даже при благоприятных условиях ограничивается расстоянием в 75 км. Для увеличения дальности следует использовать высокорасположенные узконаправленные антенны, однополосную модуляцию, фидер минимальной длины из кабеля с малым удельным затуханием.

На дальность распространения радиоволн Си-Би диапазона влияет также явление тропосферной рефракции (преломления). Показатель преломления тропосферы обычно убывает с высотой, что приводит к некоторому

искривлению радиолуча. При этом он отклоняется к земле, огибая ее выпуклость, что ведет к увеличению дальности связи. Предельная дальность связи Си-Би станций, соответствующих требованиям стандартов, даже с учетом рефракции, не может превышать 250 км. Поэтому, если Вы принимаете сигнал более удаленной станции, можете быть уверены, что он достиг вашего приемника, отразившись от ионосферы. Этот эффект называют ионосферным отражением, или "дальним прохождением радиоволн", а на сленге радиолюбителей "проходом". Отражение зависит от степени ионизации слоев ионосферы, поэтому сильно меняется с периодами солнечной активности (11-летний цикл), временами года и временем суток. Главное свойство отражения в Си-Би диапазоне – непредсказуемость дальней связи. Летом активность дальнего прохождения выше, чем зимой. По утрам более вероятно услышать дальние станции с восточных направлений, а вечером – с западных, хотя нередки и исключения. В периоды активного солнца дальние станции могут быть слышны в течение целых суток. Дальность связи при этом может быть от нескольких сотен до нескольких тысяч км, а сигналы дальних станций могут быть очень сильными.

К сожалению, в периоды "прохождения" сильно затрудняются ближние связи поверхностной волной, т. к. сигналы местных станций тонут в грохоте эфира и сигналах от дальних станций. Именно это обстоятельство послужило в пользу Российского стандарта в момент принятия самого первого постановления ГКРЧ, легализовавшего радиосвязь на частотах диапазона 27 МГц. Смещение российских каналов относительно международных позволило на некоторое время защитить россиян от прохождения радиосигналов из насыщенной Си-Би электроникой Западной Европы. За прошедшие годы разногласия между приверженцами стандартов постепенно сокращались за счет активного насыщения аппаратурой территорий бывшего СССР, в том числе Урала, Западной Сибири, Дальнего Востока. Вполне вероятно, что в результате роста популярности Си-Би диапазона пользователи российского стандарта окажутся столь же уязвимы, как их западные коллеги. В июне–июле 1995 г. в ходе эксперимента, в котором состоялось около 10 тысяч радиоконтактов, выяснилось, что использование российского стандарта (по крайней мере в канале 27) предпочтительнее.

10.3. БАЗОВЫЕ АНТЕННЫ

Среди радиолюбителей известен афоризм: "Лучший усилитель – хорошая антенна", и это справедливо. Антенна в отличие от усилителя мощности передатчика обеспечивает выигрыш как при передаче, так и при приеме. Нет смысла увеличивать мощность передатчика, если из-за малоэффективной антенны ответ корреспондента не будет услышан. От диаграммы направленности антенны зависит как уровень сигнала, так и уровень помех, поступающих на входе приемника. Все существующие антенны можно разделить на две группы: ненаправленные антенны, обладающие круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости, и направленные антенны, имеющие более или менее узкую диаграмму направленности в определенном направлении. В зависимости от назначения базовая антенна может относиться к первой или второй группе.

Если она предназначена для связи с разными корреспондентами или с подвижными объектами, требуется ненаправленная антенна. Если же назначение антенны состоит в осуществлении связи с постоянным неподвижным объектом (например, связь между домом и дачным участком), используется узконаправленная антенна. Такие антенны обладают пространственной избирательностью. В режиме передачи узконаправленная антенна концентрирует излучаемую энергию в определенном направлении, а в режиме приема избавляет приемник от поступления помех с других направлений.

10.3.1. Антенны с круговой диаграммой направленности

В Си-Би диапазоне наибольшее распространение получили антенны с вертикальной поляризацией. Это связано с тем, что Си-Би радиостанции широко используются для связи с подвижными объектами, а на автомобиле весьма сложно разместить эффективную антенну горизонтальной поляризации. По той же причине в качестве базовых выбираются антенны с круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости, одинаково хорошо работающие в любом направлении.

Наиболее широкое применение в этой группе получили антенны типа "Ground Plane" или сокращенно – "GP", показанные на рис. 10.2. Антенна

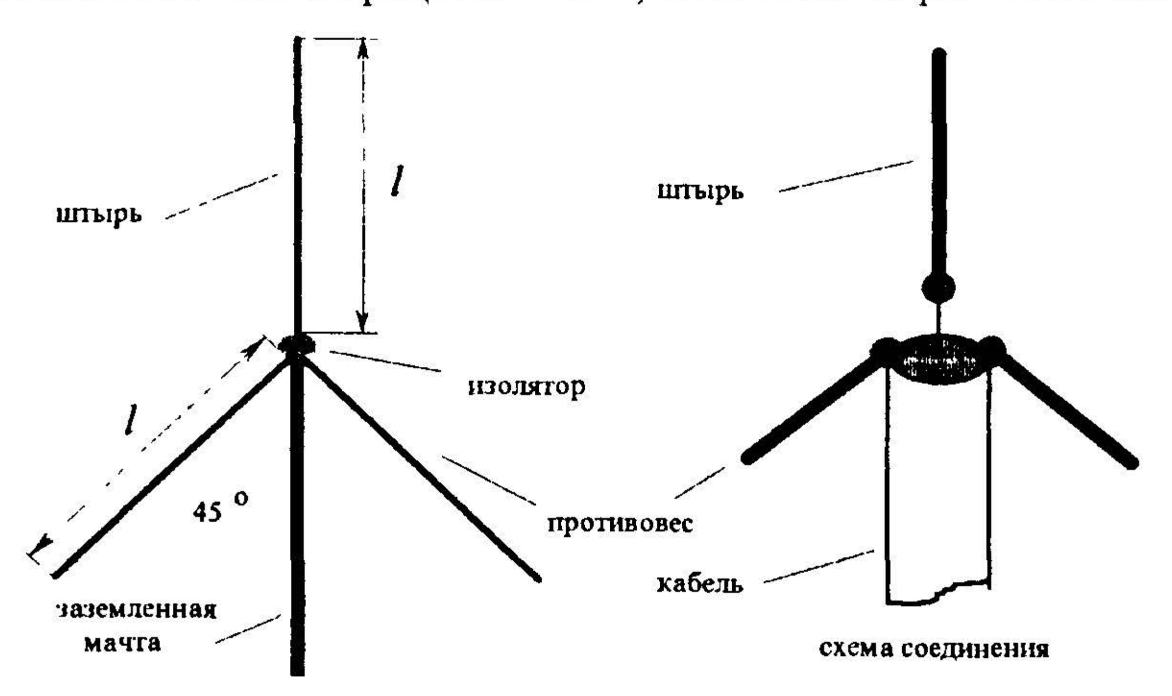


Рис. 10.2. Конструкция антенны GP

имеет штыревую конструкцию, удобную для размещения как на крыше здания, так и на автомобиле. Она проста и, в то же время, достаточно эффективна. Длина штырей ($\lambda/4$) для работы в диапазоне 27 МГц зависит от диаметра трубок и указана в табл. 10.[illegible].

Таблица 10.[illegible]

Длина элементов антенны GP

Диаметр трубок, мм	2	6	20	40
Длина штырей l, мм	2690	2670	2650	2620

Для нормальной работы антенны она снабжается тремя противовесами, которые можно выполнить из трубки или антенного канатика. Длина противовесов выбирается равной, или на 2,5 % больше $\lambda/4$. Для Си-Би диапазона можно принять ее равной 275 см. Входное сопротивление антенны зависит от угла между противовесами и мачтой: чем меньше этот угол (противовесы прижаты к мачте), тем больше сопротивление. Для получения входного сопротивления 50 Ом угол выбирается равным 30–45 градусов. Диаграмма направленности в вертикальной плоскости имеет максимум под углом 30 градусов к горизонту. Усиление антенны примерно равно усилению вертикального полуволнового диполя. Наилучшая работа обеспечивается при высоте мачты около 6 м.

Эта антенна наиболее широкополосна из всех вариантов GP. Если после установки минимум КСВ антенны оказывается несколько выше или ниже частоты 20 канала сетки С, длину штыря необходимо соответственно увеличить или уменьшить. После настройки антенны в резонанс минимума КСВ на средней частоте добиваются изменением угла установки противовесов.

Недостатком данной конструкции является отсутствие соединения штыря с мачтой, что требует дополнительных мер по грозозащите и защите от статического электричества. Наиболее простым способом защиты является использование короткозамкнутого шлейфа из кабеля длиной $\lambda/4$, подключенного к фидеру с помощью тройника. Шлейф обеспечивает соединение центральной жилы фидера с заземленной оплеткой по постоянному току и не влияет на согласование антенны. Схема подключения шлейфа приведена на рис. 10.3.

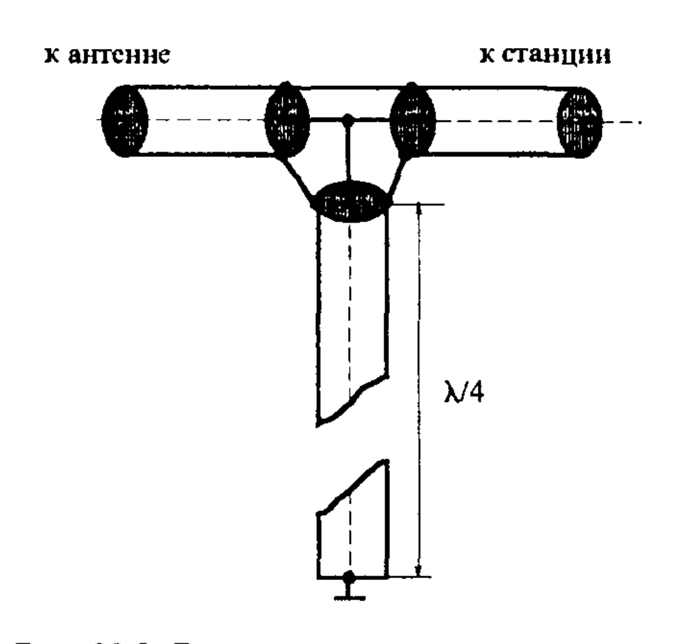


Рис. 10.3. Включение короткозамкнутого шлейфа

Длина шлейфа рассчитывается с учетом коэффициента укорочения используемого кабеля и составляет около 2 м.

На рис. 10.4 приведена конструкция полуволновой антенны GP длиной $\lambda/2$. По сравнению с вышеописанной антенной она имеет вдвое большую длину штыря, что предъявляет повышенные требования к обеспечению ветровой прочности конструкции. Антенна не нуждается в противовесах, роль которых выполняет мачта, а ее диаграмма направленности в вертикальной плоскости сильнее прижата к горизонту, что улучшает условия радиообмена с удаленными корреспондентами. Поскольку антенна имеет высокое входное сопротивление, кабель подключается к ней через согласующий высокочастотный трансформатор. Основание штыря соединяется с заземленной мачтой через согласующий трансформатор, что автоматически решает проблемы грозозащиты и статики. Усиление антенны по сравнению с полуволновым диполем составляет около 4 дБ.

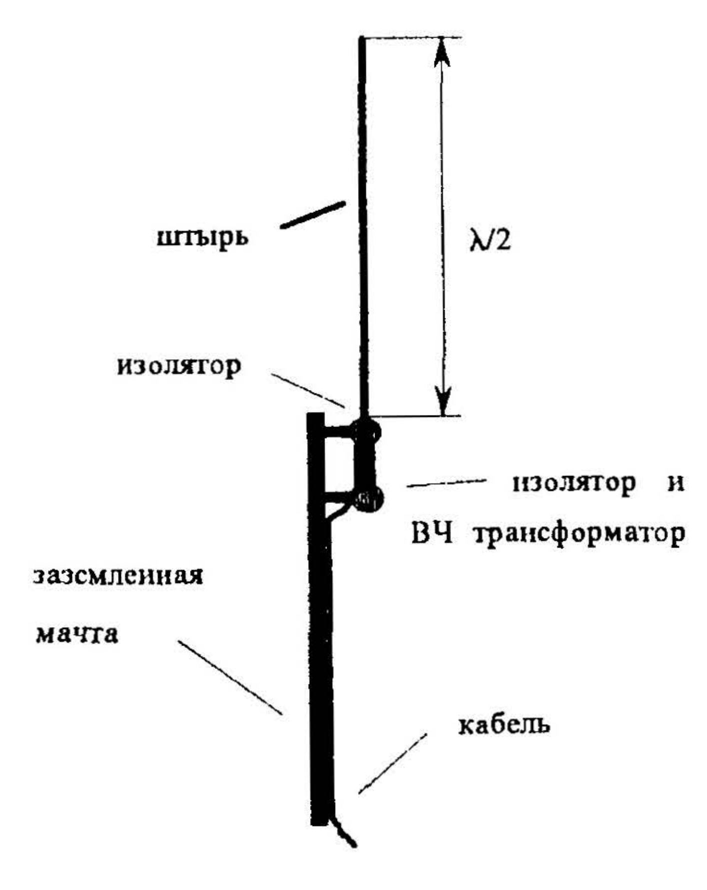


Рис. 10.4. Полуволновая антенна

Наиболее эффективной для дальних связей является GP длиной 5/8λ. Ее конструкция показана на рис. 10.5. Она несколько длиннее полуволновой антенны, а кабель фидера подключается к согласующей индуктивности, расположенной в основании вибратора. Этот тип антенны требует использования не менее трех противовесов длиной (0,1–0,2)λ, расположенных в горизонтальной плоскости. Антенны этого типа узкополоснее полуволновых, в связи с чем они требуют более тщательной настройки. Настройку на средней частоте обеспечивают как изменением длины штыря, так и регулировкой величины согласующей индуктивности. Нужное входное сопротивление достигается вы-

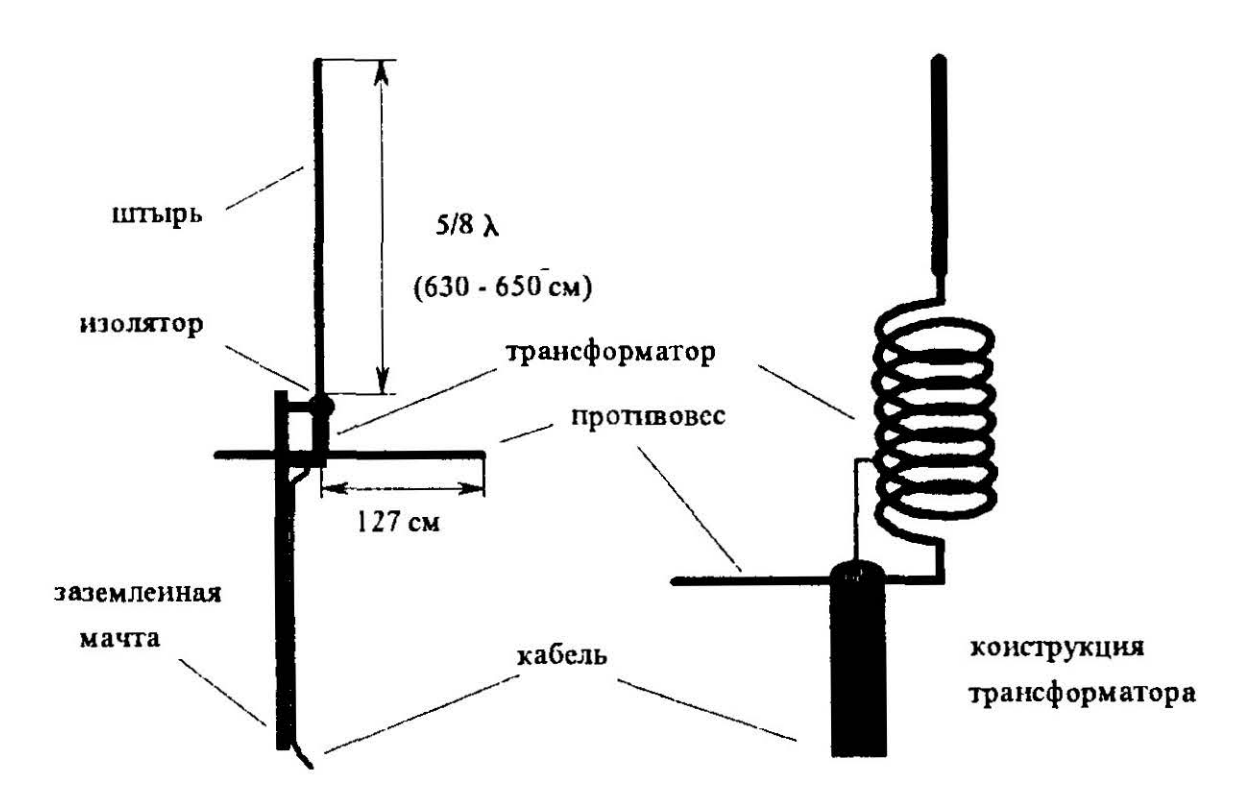


Рис. 10.5. Антенна GP длиной 5/8 λ

бором точки подключения кабеля к согласующей катушке. Усиление этой антенны составляет 5–6 дБ, максимум диаграммы направленности расположен под углом 15 градусов к горизонту. Штырь этой конструкции также заземлен на мачту через согласующую катушку. Примерные данные согласующей катушки для волнового сопротивления кабеля 50 Ом: диаметр

каркаса – 18 мм, диаметр провода – 1,5 мм, число витков – 22, шаг намотки – 2,5 мм, отвод – от 9-го витка, считая от заземленного конца катушки.

Установка антенны на крыше может сильно влиять на ее характеристики. Общими рекомендациями являются следующие:

основание антенны желательно располагать не ниже 3 м от плоскости крыши;

вблизи от антенны не должно быть металлических предметов и конструкций (например телевизионных антенн, проводов и т. п.);

устанавливать антенну желательно как можно выше;

для нормальной работы станции ближайшая базовая Си-Би антенна не должна быть расположена ближе 200 м.

Эффективность работы антенны на передачу тем выше, чем меньше омические потери в ее элементах. Поэтому наилучшим материалом для элементов антенн являются медные трубки, однако приемлемым компромиссом можно считать применение алюминиевых (дюралевых) трубок (из-за высокого удельного веса и низкой прочности меди).

При необходимости расширения полосы частот диаметр трубок увеличивают, или используют трубки с ребристой наружной поверхностью. Поскольку ток, протекающий по штырю антенны, уменьшается к ее верхнему концу, диаметр верхней части штыря можно уменьшить без ухудшения ее параметров. Одним из наиболее простых средств расширения полосы частот длинных штыревых антенн является применение втулки с четырьмя усами длиной около 100 мм и диаметром 4–5 мм, закрепляемой в верхней части штыря (рис. 10.6). При этом резонансная частота антенны понижается и длину штыря придется несколько уменьшить. При работе антенны на передачу по ней протекают довольно большие токи, поэтому необходимо обеспечить очень хорошее соединение всех элементов между собой и позаботиться об их защите от коррозии.

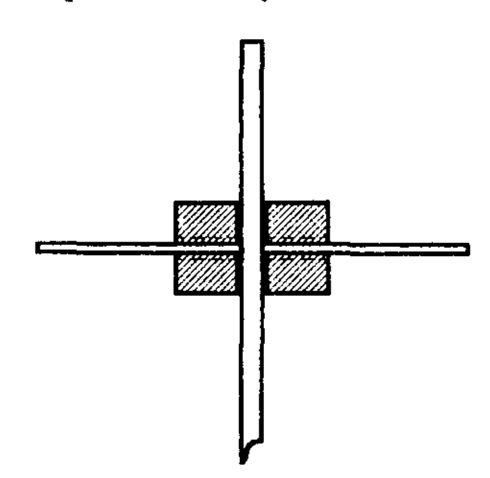


Рис. 10.6. Расширитель полосы антенны

В настоящее время в продаже имеются Си-Би антенны заводского изготовления (рис. 10.7) как отечественные, так и импортные, легкие, изящно выполненные. Как свидетельствует опыт их эксплуатации, в соединениях элементов, которые осуществляются самонарезающими шурупами, под действием ветра достаточно быстро теряется электрический контакт. Более надежной является конструкция штырей со стяжными хомутами. Практически все варианты промышленных антенн требуют дополнительной герметизации, предотвращающей попадание воды внутрь трубок, на согласующие трансформаторы, катушки и заделку кабеля, что приводит к необратимым последствиям.

Если на крыше Вашего дома есть достаточно высокая лифтовая будка, телевизионная антенна или пристройка высотой больше 5 метров, то антенну GP можно установить, используя капроновый трос-растяжку (рис. 10.8) без мачты. Кроме капронового шнура и кабеля РК-50 потребуется еще

Рис. 10.7. Конструкции серийных базовых антенн: 1 – $\lambda/4$; 2, 3 – $\lambda/2$; 4 – $5/8\lambda$

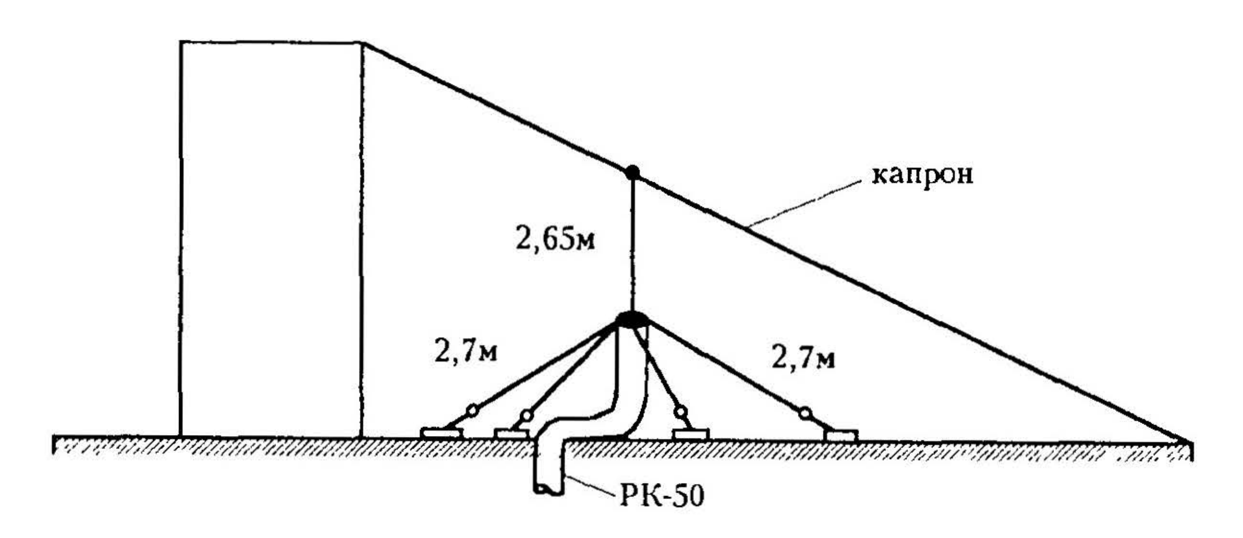


Рис. 10.8. Антенна GP без мачты

4 изолятора любого типа. Конец кабеля длиной 2,7 м освобождается от внешней изоляции и оплетки, оплетка расплетается и скручивается в 4 примерно одинаковые "косички". К ним присоединяются противовесы. Противовесы можно сделать из любого медного (в крайнем случае даже

алюминиевого) провода, который прикручивается (или припаивается) к "косичкам". Длина противовесов должна быть 2,7 м. На концах противовесов закрепляются изоляторы, которые прикрепляются к проволочным или капроновым оттяжкам. Конец освобожденного от оплетки участка кабеля за полиэтиленовый изолятор прикрепляется к капроновому шнуру так, чтобы он не оторвался порывами ветра. Противовесы разводятся в стороны равномерно по кругу, оттяжки закрепляются на крыше (например, привязываются к кирпичам). Постарайтесь длину оттяжек подобрать так, чтобы между проводом противовеса и вертикалью был угол около 45°. Места соединений и место выхода кабеля из оплетки тщательно герметизируют пластилином, чтобы под оплетку не попала вода.

Эта антенна по своим характеристикам полностью соответствует классической антенне GP длиной $\lambda/4$. Такую антенну очень удобно

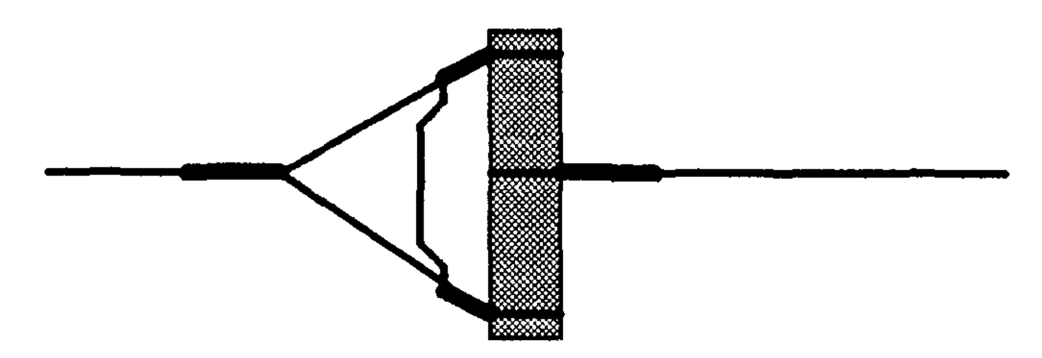


Рис. 10.9. Деревянный изолятор

устанавливать в полевых условиях между двумя деревьями, нужно только заранее заготовить кабель и противовесы с оттяжками, а в качестве изоляторов на концах противовесов сгодятся даже короткие сухие палочки (см. рис. 10.9), т. к. на частоте 27 МГц это неплохой изолятор.

10.3.2. Направленные антенны

Выше были рассмотрены наиболее распространенные виды антенн с круговой диаграммой направленности. Эти антенны не позволяют получить большого усиления, а из-за круговой диаграммы все они относятся к классу относительно "шумных" антенн, поскольку они одинаково воспринимают шумы и помехи с любого направления.

Для обеспечения связи между двумя неподвижными станциями, расстояние между которыми превышает "дальнобойность" антенн типа GP, с успехом используют направленные антенны "Волновой канал" (рис. 10.10). Эти антенны концентрируют максимум излучения в нужном направлении, обеспечивая выигрыш как при передаче, так и при приеме.

Существенную роль при установлении устойчивой радиосвязи играет поляризация излучаемого сигнала. Известно, что при дальнем распространении поверхностная волна испытывает заметно меньшее затухание при использовании горизонтальной поляризации. Именно поэтому горизонтальная поляризация используется в телевидении. Применение антенн с горизонтальной поляризацией оправдано и в условиях Си-Би связи. Описанные далее антенны при горизонтальном расположении вибратора

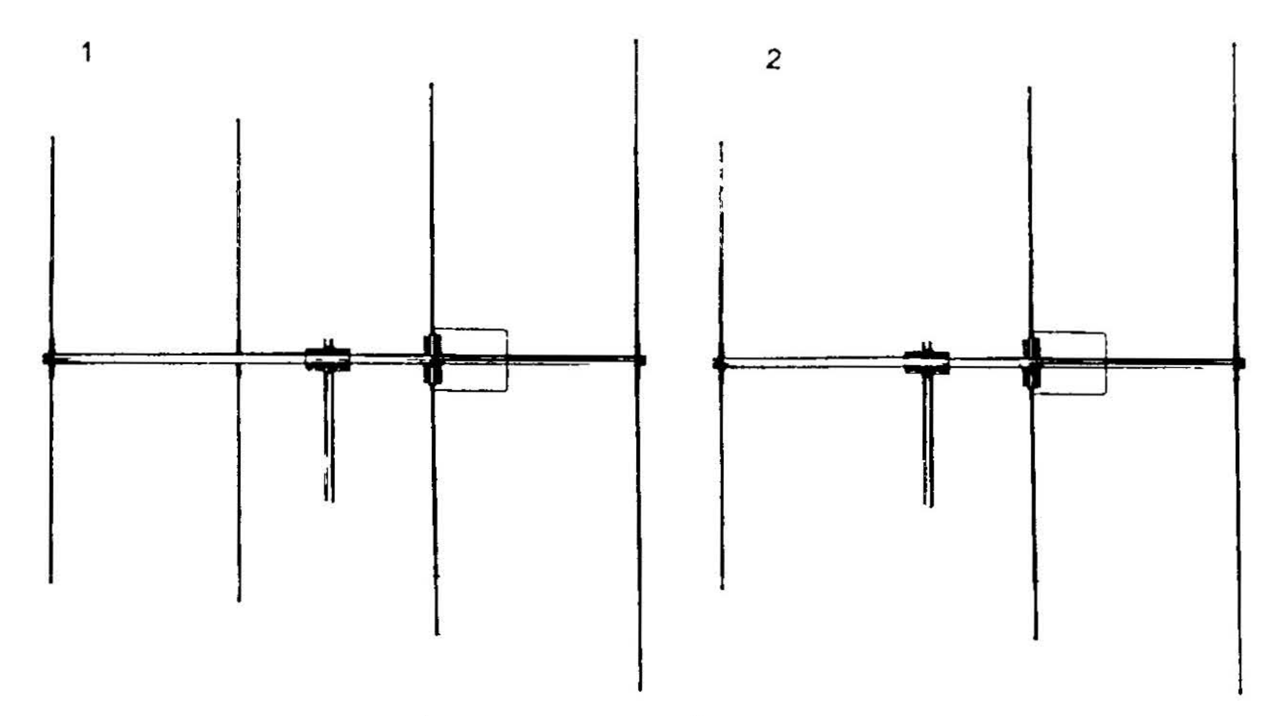


Рис. 10.10. Антенны типа "Волновой канал": *1* – 4-элементная; *2* – 3-элементная

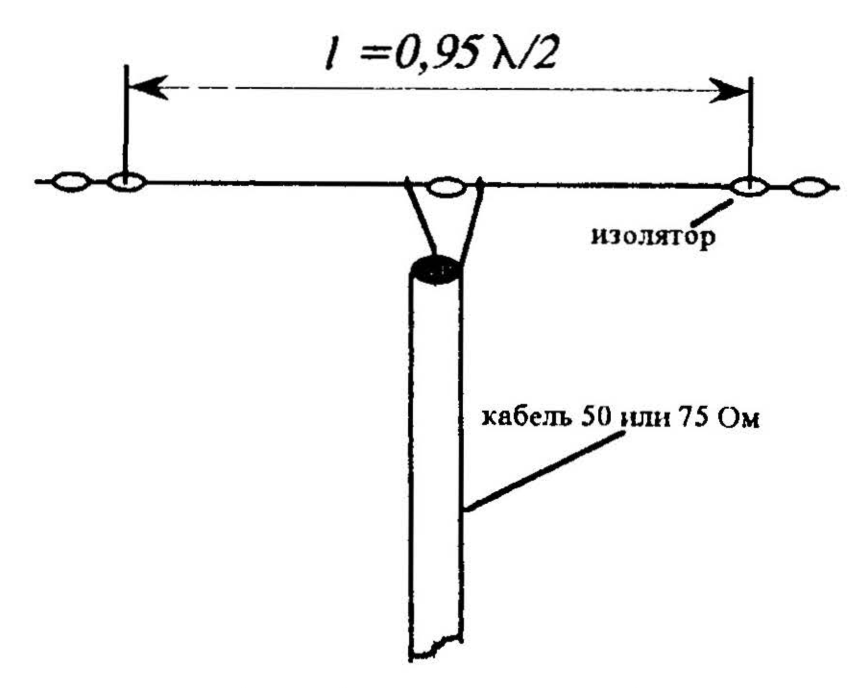


Рис. 10.11. Полуволновый вибратор

имеют горизонтальную поляризацию. Прием же ими сигналов радиостанций с вертикальной поляризацией будет сопровождаться заметным ослаблением.

Самой простой из направленных антенн бесспорно считается полуволновый вибратор (рис. 10.11). Эта антенна используется при приеме телевидения и подробно рассмотрена в разделах 3.2, 4.2. Коэффициент усиления антенны принимается за единицу измерения, так как коэффициенты усиления других антенн определяются относительно полуволнового вибратора.

Диаграмма направленности антенны имеет вид восьмерки в горизонтальной плоскости и круга в вертикальной. Подключение к вибратору может быть выполнено кабелем с волновым сопротивлением 75 Ом. Возникающая

при этом асимметрия, искажающая диаграмму направленности, проще всего устраняется с помощью ферритового кольца большого диаметра, на которое наматывается 2–4 витка используемого кабеля. Кольцо желательно располагать как можно ближе к антенне, а кабель – перпендикулярно вибратору на длине не менее 3 м от антенны. Для Си-Би диапазона длина вибратора должна быть 5,22–5,25 м. Эта антенна обычно не требует настройки. При подключении к такой антенне 50-омного кабеля (или подключении 75-омного кабеля к радиостанции) обеспечивается КСВ = 1,5, что вполне приемлемо.

Удлиняя полуволновый вибратор, получают конструкцию, получившую название "Длинный провод" (рис. 10.12), обладающую существенно

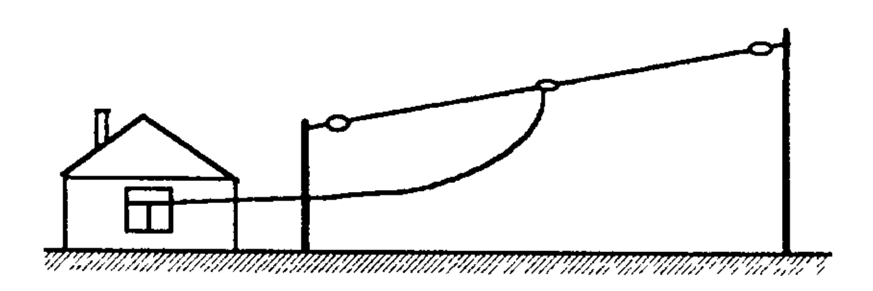


Рис. 10.12. Антенна "Длинный провод"

большим усилением. На практике наиболее распространены антенны длиной λ или 2λ, поскольку размещение более длинных антенн на современных дачных участках и на крышах городских зданий затруднительно. С учетом влияния краевых емкостей, полная длина вибратора составляет для λ – 10,8 м, для 2λ – 21,8 м. Для антенны длиной λ максимум излучения ориентирован под углом 50° к направлению провода, а усиление по сравнению с полуволновым вибратором составляет 0,5 дБ. Для антенны длиной 2λ эти параметры составляют – 30° и 1,5 дБ соответственно.

Сопротивление излучения антенн "Длинный провод" при высоте подвеса более 5 м над землей составляет 80 Ом для λ и 105 Ом для 2λ. Для согласования их с 50-омным кабелем удобно использовать четвертьволновый трансформатор с волновым сопротивлением 75 Ом, т. е. включить между фидером и антенной 2-метровый отрезок телевизионного кабеля необходимой толщины, не менее толщины 50-омного фидера (рис. 10.13).

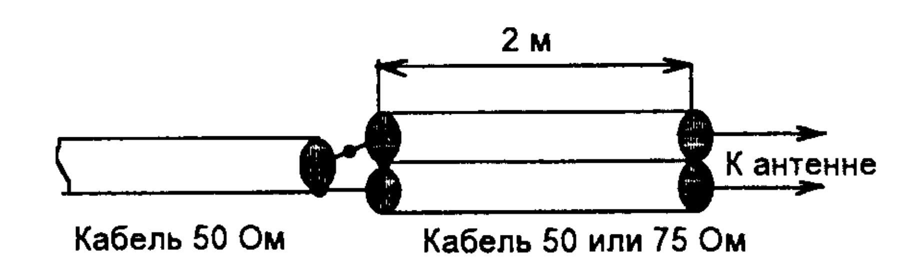


Рис. 10.13. Согласующий трансформатор

На рис. 10.14 показана несимметричная, а на рис. 10.15 – симметричная антенна. Для предотвращения затекания тока на внешнюю поверхность кабеля (что искажает диаграмму направленности антенны) желательно

намотать 2–4 витка кабеля на ферритовое кольцо большого диаметра вблизи точки присоединения к антенне.

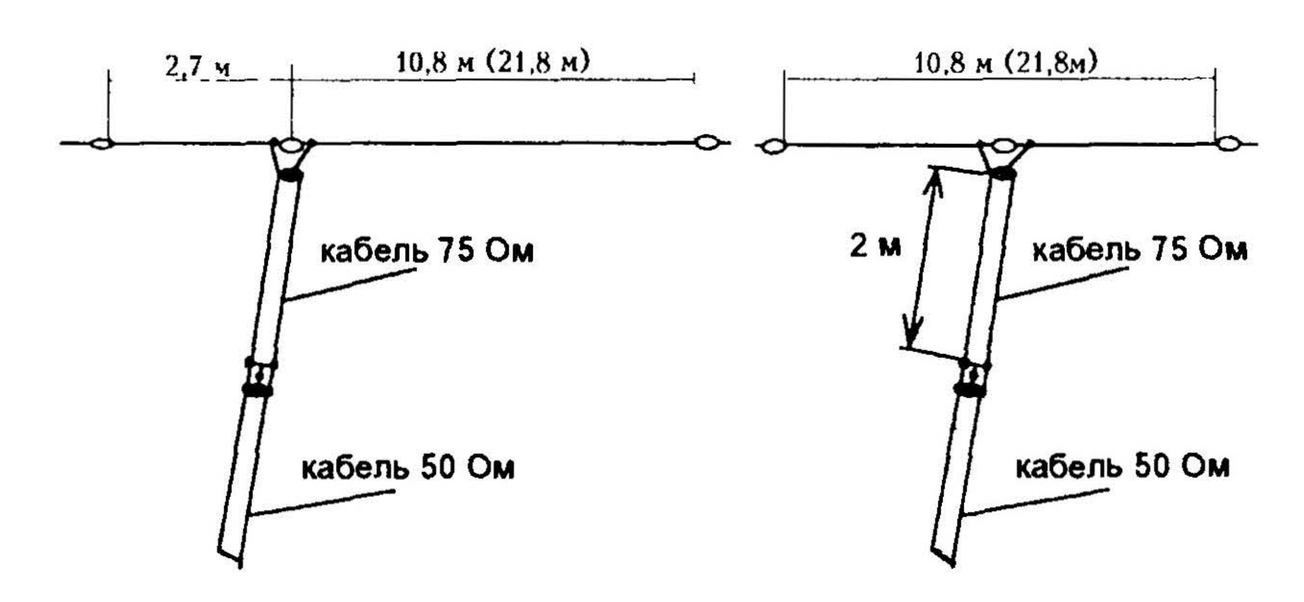


Рис. 10 14. Несимметричная антенна Рис. 10 15. Симметричная антенна

Объединив описанные выше антенны таким образом, чтобы их диаграммы суммировались, получают антенну типа V (рис. 10.16). Угол раскрыва α зависит от длины проводов. В частности, при длинах λ и 2λ величина α составляет 100° и 70°, а усиление – 3,5 дБ и 4,5 дБ соответственно. Данная конструкция одинаково излучает в двух направлениях: вперед и

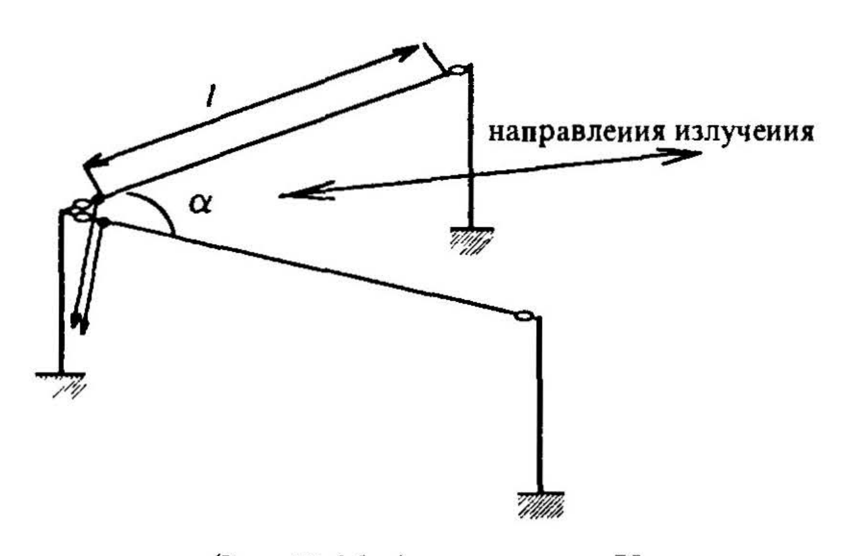


Рис. 10.16. Антенна типа V

назад. Входное сопротивление настроенных в резонанс антенн типа V составляет около 100 Ом при длине λ и 120 Ом при длине 2λ (высота подвеса также влияет на сопротивление). Согласование антенн с 50-омным кабелем может быть выполнено с помощью трансформатора, показанного на рис. 10.13.

При соединении вместе двух антенн типа V таким образом, чтобы их диаграммы суммировались, получают Ромбическую антенну (рис. 10.17). Направленность этой антенны выражена существенно сильнее. При под-

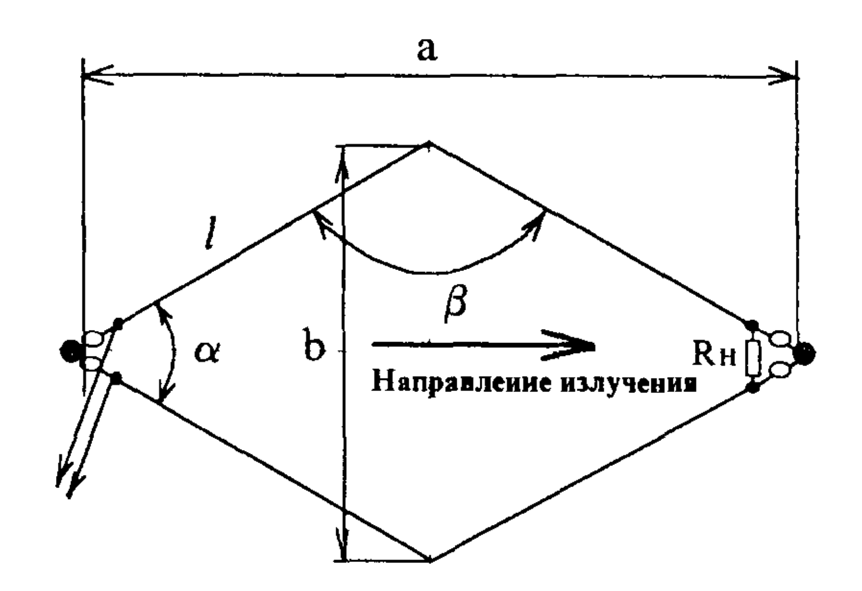


Рис 10 17. Ромбическая антенна

ключении к вершине ромба, противоположной точкам питания, нагрузочного сопротивления величиной Rн и мощностью, равной половине мощности передатчика, достигается подавление заднего лепестка диаграммы направленности на 15–20 дБ. Направление главного лепестка диаграммы направленности в горизонтальной плоскости совпадает с диагональю a. В вертикальной плоскости главный лепесток ориентирован горизонтально Размеры ромбических антенн сведены в табл. 10.7, обозначения соответствуют рис. 10.17.

Таблица 10 7

Размеры ромбических антенн

Размер	l, м	G, дБ	Rн, Ом	α	β	a, м	b, м
λ	10,8	5,2	300	110°	70°	12,3	18
2λ	21,8	8,0	500	76°	104°	34,3	27

Согласование приведенных ромбических антенн с 50-омным кабелем удобно осуществляется с помощью четвертьволнового трансформатора, выполняемого из двух двухметровых отрезков кабеля (рис. 10.13). Оплетки кабелей, входящих в трансформатор, соединены между собой и больше никуда не подключаются. Поскольку трансформатор в этом случае выполнен симметричной линией, симметрирующий трансформатор на ферритовом кольце при этом можно разместить на 50-омном кабеле фидера вблизи трансформатора. Для согласования антенны длиной λ или 2λ в трансформаторе используются отрезки 50-омного или 75-омного кабеля соответственно.

Одной из лучших направленных антенн является антенна типа "Двойной квадрат". Как все "проволочные" антенны, она достаточно проста в изготовлении своими силами и не требует дорогостоящих материалов. Антенны типа "Двойной квадрат" обладают следующими характеристиками.

Коэффициент усиления по отношению к антенне типа GP длиной $5/8\lambda$ – 8–9 дБ. Полоса частот (по уровню КСВ = 1,6) – от 26,600 до 27,900 МГц

Поляризация – вертикальная. Подавление заднего лепестка диаграммы направленности – не менее 20 дБ.

Сравнение характеристик антенны GP 5/8λ и описываемой антенны проводилось при связи между Москвой (Ясенево) и Наро-Фоминском, т. е. при малых углах излучения по отношению к горизонту, что наиболее важно для проведения дальних связей поверхностной волной. Конструкция антенны показана на рис. 10.18.

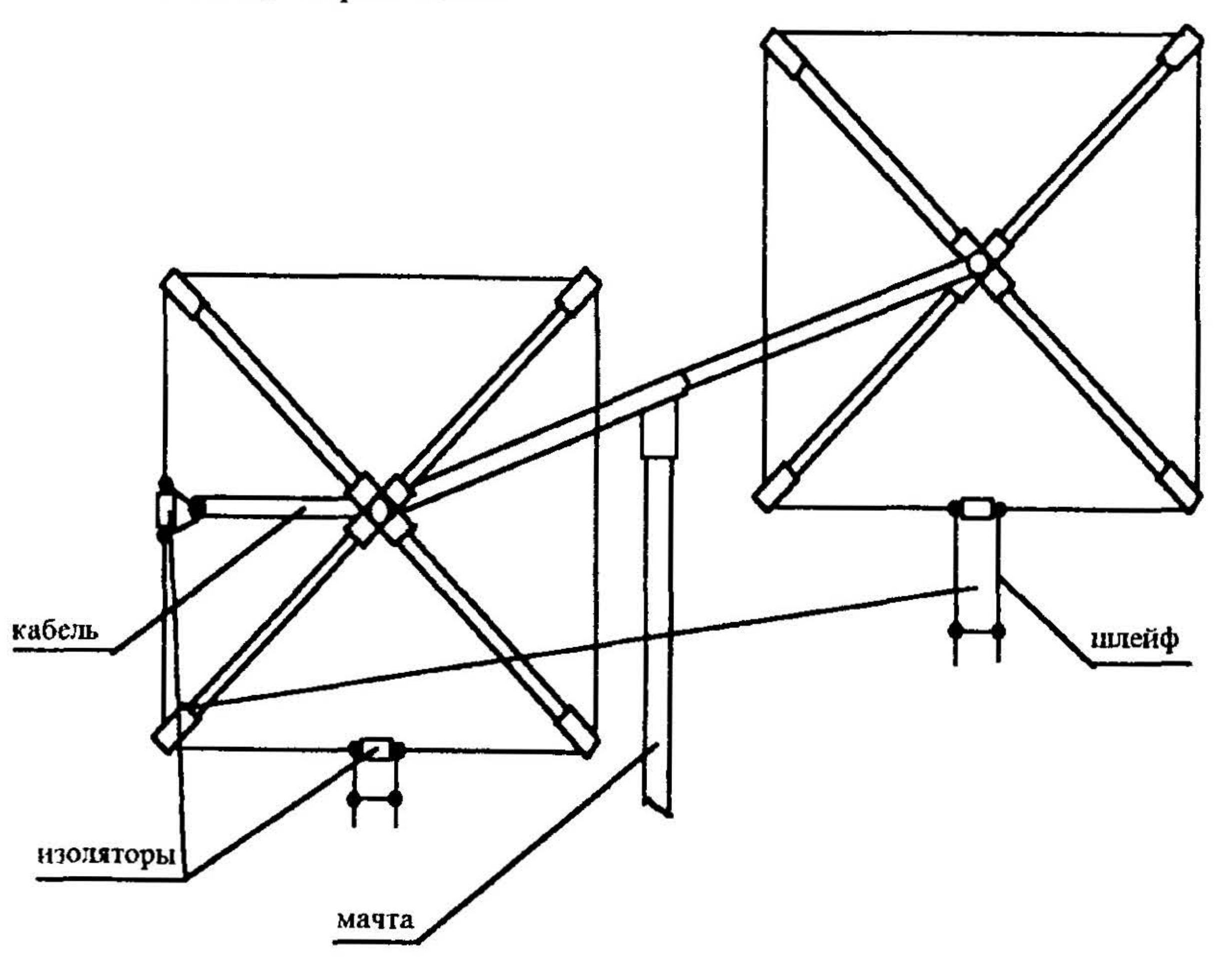


Рис. 10.18. Антенна "Двойной квадрат" на металлической раме

Траверса длиной 220 см изготовлена из двух стальных труб диаметром 30 и 24 мм с толщиной стенок 3 мм. Одна труба вдвигается в другую для удобства транспортировки. В собранном виде трубы траверсы скрепляются сквозными болтами. На концах траверсы приварены крестовины из отрезков двухдюймовой трубы. Для крепления к мачте в середине траверсы приваривается стальной стакан диаметром 60 и длиной 250 мм.

Распорки антенны (8 шт.) длиной 1900 мм выполняют из круглых палок орешника. На концы распорок туго насажены отрезки пластмассовой трубки длиной 100 мм с отверстиями на концах, через которые пропускается антенный канатик. Сами распорки закрепляются в крестовинах с помощью зажимных винтов. Рекомендуется канатик, изготовленный из оплетки кабеля, диаметром около 3 мм. Общая длина канатика вибратора (включая шлейф) – 11 м 2 см. Общая длина канатика рефлектора (включая шлейф) – 11 м 30 см. Целесообразно предусмотреть некоторый запас длины канатика, который можно будет удалить после настройки антенны.

Кабель питания с волновым сопротивлением 50 Ом подключается к

середине боковой стороны вибратора. Расстояние между точками подключания центральной жилы и оплетки кабеля – 70 мм. Конструктивно узел питания вибратора выполняется в виде пластмассовой коробочки, заполненной герметиком для защиты места заделки кабеля от осадков. От вибратора кабель идет горизонтально до крестовины, затем вдоль траверсы до мачты и, далее, вдоль мачты вниз. Настроечные шлейфы имеют длины: у вибратора – 100 мм, у рефлектора – 500 мм. Перемычки при настройке присоеднинялись накруткой, а после окончания настройки пропаивались.

Настройку начинают с вибратора. Регулируя длину шлейфа, добиваются минимума КСВ на средней частоте диапазона.

Длину шлейфа рефлектора настраивают, добиваясь максимального усиления антенны. Для этого любой генератор с излучателем располагают как можно дальше перед антенной (не ближе 20 м), антенну кабелем подключают к приемнику со стрелочным S-метром и добиваются максимума показаний.

Есть положительный опыт построения антенн этого типа на основе несущей конструкции, выполненной целиком из дерева. Это существенно снижает ее вес, что облегчает подъем на мачту, кроме того, более легкую антенну проще сделать вращающейся.

При изготовлении конструкции из дерева следует принять меры для защиты ее от атмосферных воздействий. Несущую траверсу и крестовины рекомендуется промазать олифой или лаком для паркета. Некоторые радиолюбители обматывают всю деревянную конструкцию бинтом, пропитанным нитролаком или нитрокраской. Это несколько утяжеляет конструкцию, но делает ее более долговечной. Возможно также окрасить конструкцию 2–3 слоями финского лака "Pinotex", что позволяет использовать обычные сосновые рейки.

Данная антенна обладает большой парусностью, поэтому все винтовые соединения следует выполнять с использованием шайб Гровера. Естественно, все резьбовые соединения целесообразно защитить от коррозии оконной замазкой или пластилином.

Конструкция антенны показана на рис. 10.19, а на рис. 10.20 – конструкция узлов крепления траверсы к мачте и к опорам.

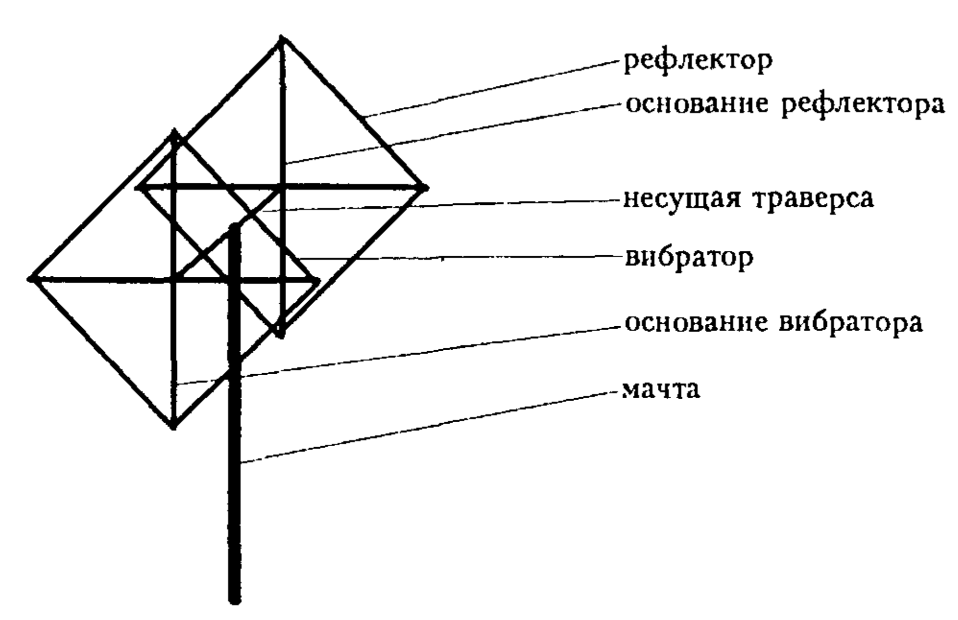


Рис. '0.19. Антенна "Двойной квадрат" на деревянной раме

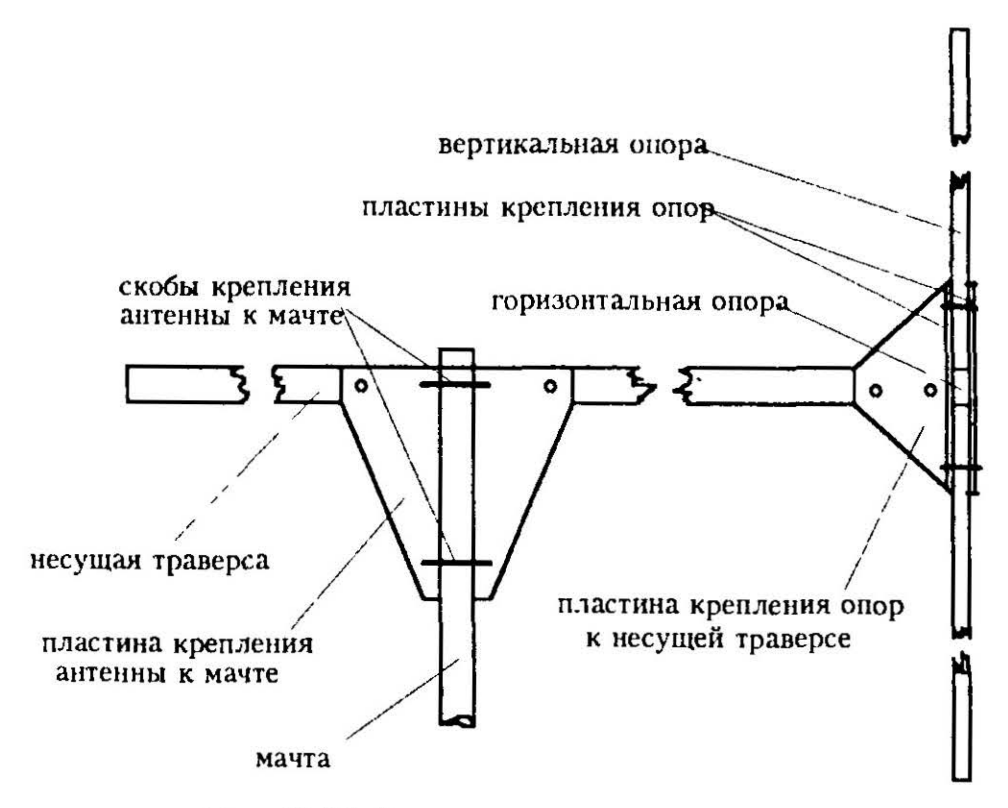


Рис. 10.20. Элементы конструкции антенны

Пластины можно изготовить из дюралюминия, текстолита, фанеры, т. е. любых материалов, обеспечивающих необходимую механическую прочность. Проволока, из которой изготавливаются вибратор и директор, может быть медной, диаметром 1,0–2,0 мм. Еще лучше использовать антенный канатик. Для крепления вибраторов на опорах можно использовать фарфоровые ролики-изоляторы, которые шурупами закрепляются на рейках опор. Вибратор и рефлектор антенны настраиваются шлейфами, поэтому нужно предусмотреть возможность крепления шлейфов на опорах, например так, как показано на рис. 10.21.

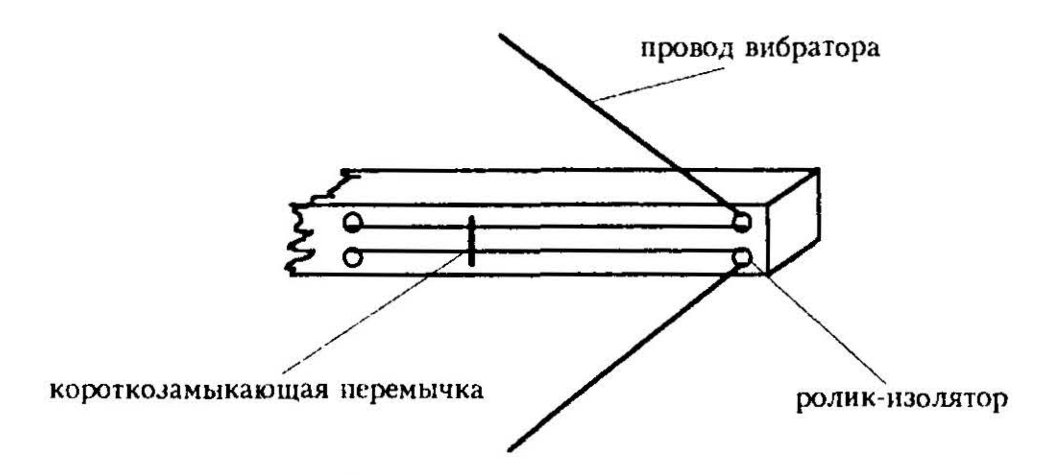


Рис. 10.21. Конструкция настроечного шлейфа

Какой расчет размеров антенны следует рекомендовать? Для расчета длины провода излучателя в книге К. Ротхаммеля предлагается следующая формула:

$$L(\text{м}) = 302/f(\text{МГц}).$$

Расчет проведем для 20 канала сетки C, т. е. для частоты 27,200 МГц. Размер L получается равным 11,103 м. Одна сторона квадрата равна $L/4$, что составляет 2,776 м. Длина одной опоры вибратора получается равной 1,963 м. Длина траверсы должна составлять $0,2\lambda$, что дает размер 2,22 м. Длина провода рефлектора должна быть несколько больше, что обеспечивается выбором длины шлейфа при настройке. Длину настроечных шлейфов рекомендуется выбрать в пределах 0,7–0,8 м, а расстояние между проводами шлейфов – равным 5–15 см.

На рис. 10.22 приведена электрическая схема антенны. Описанная антенна имеет вертикальную поляризацию, ее ожидаемое усиление составляет 8–11 дБ. Для получения расчетной диаграммы направленности точка питания антенны должна быть расположена на высоте большей или равной половине длины волны (т. е. 5,5 м) от земли. Методика настройки антенны соответствует ранее описанной.

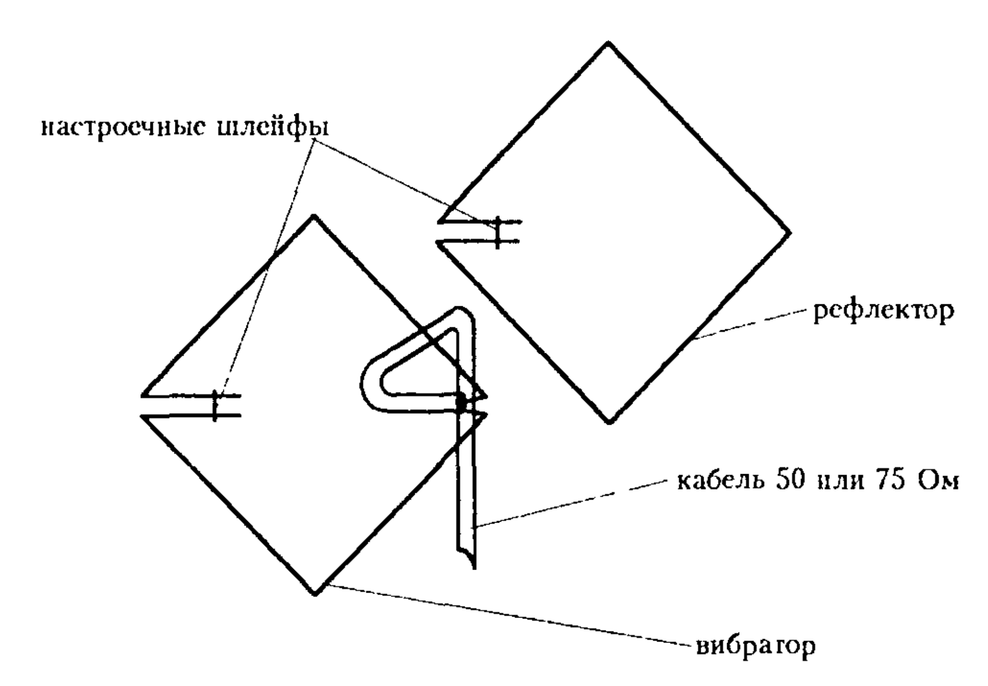


Рис. 10.22. Схема электрических соединений

Трехэлементная антенна Delta Loop (рис. 10.23) относится к классу направленных, ширина лепестка излучения в горизонтальной плоскости составляет около 70°. Диаграмма имеет вытянутую форму, что дает выигрыш по сравнению со штыревой антенной GP длиной $\lambda/4$ примерно в 10 раз по мощности, т. е. радиостанция мощностью 4 Вт в направлении основного излучения звучит так же громко, как радиостанция с усилителем 40 Вт при работе на обычный штырь. Положительный эффект при работе с дальними станциями еще больше усиливается за счет того, что приемник не воспринимает помехи с боков и сзади антенны. Недостаток этой антенны – невозможность поворачивать ее в направлении разных корреспондентов.

Длина провода рамки рефлектора – 11,72 м.

Длина провода рамки активного элемента – 11,2 м.

Длина провода рамки директора – 10,75 м.

Провод можно использовать медный, диаметром 1,5–2 мм. Если антенна предназначена для непродолжительной работы в полевых условиях, годится даже алюминиевый провод. Узел крепления кабеля A можно выполнить, как

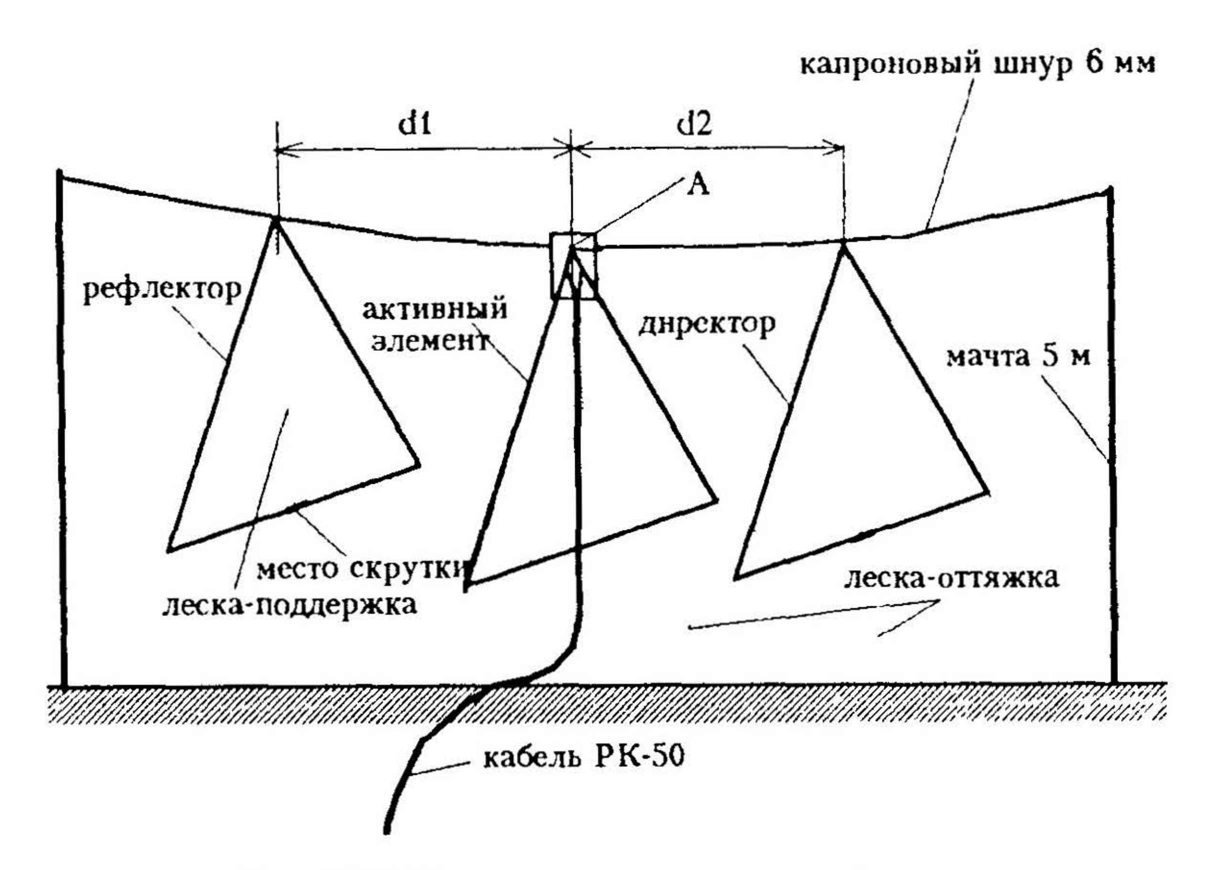


Рис. 10.23. Трехэлементная антенна Delta Loop

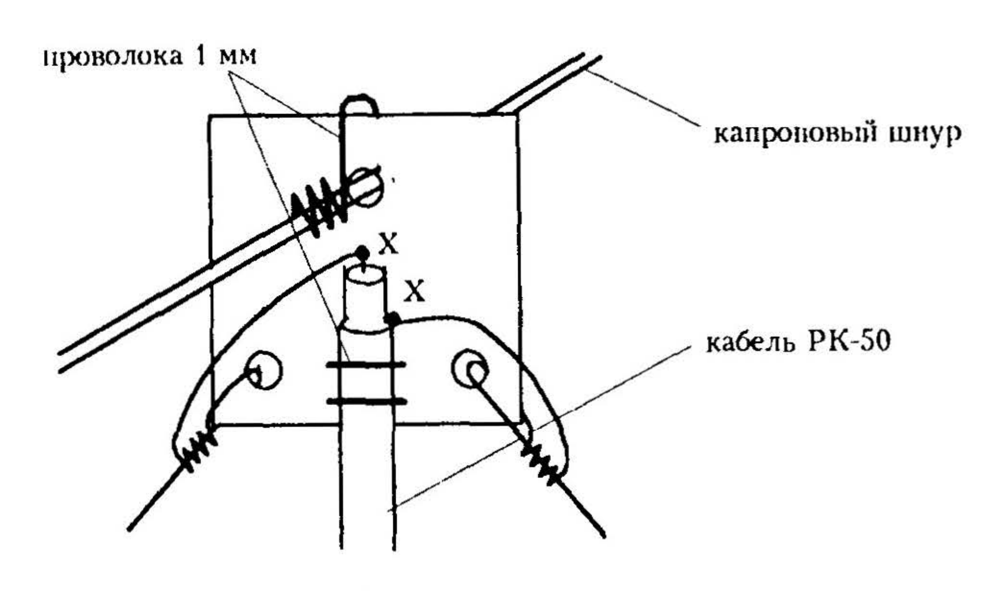


Рис. 10.24. Узел крепления А

показано на рис. 10.24. Используется пластина из оргстекла или текстолита толщиной 3–5 мм. Отсчет длины провода активного элемента нужно вести от точек XX. Расстояния d_1 и d_2 равны 2 м и 1 м соответственно. Все открытые места соединений необходимо гидроизолировать пластилином. При высоте мачт 5 м скрутка проводников рамок расположена примерно на уровне груди, что несколько низковато. Идеально было бы иметь нижнюю точку на высоте 5 м и более, но это требует более высоких мачт. При мачтах высотой 5 м конструкция легко выполнима в домашних условиях и дает большой эффект по сравнению со штырем.

Если установить реле-замыкатели на рефлекторе и директоре (рис. 10.25), то, меняя с помощью шлейфов их размеры, можно переключать направ-

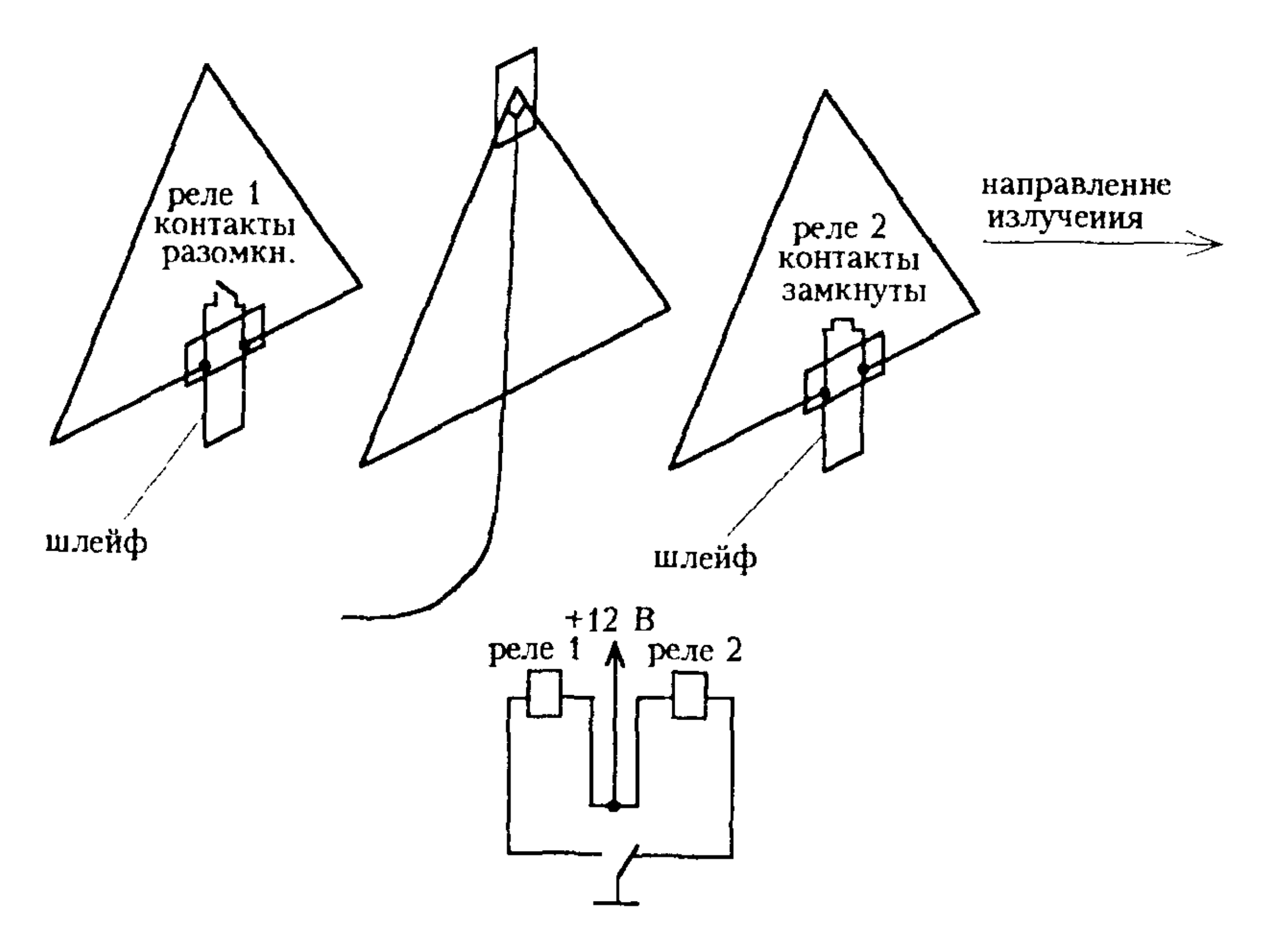


Рис. 10.25. Антенна с переключаемой диаграммой направленности

ление излучения антенны на 180°. В этом случае размеры рамок директора и рефлектора делают равными 10,75 м, а длина провода шлейфа должна быть равна 1 м. В этом варианте размеры $d_1 = d_2 = 1,5$ м. Можно использовать реле типа РЭС9, РЭС48, РЭС49.

Внимание: Никогда не переключайте направление излучения при включенном передатчике – сгорят контакты реле.

10.3.3. Установка и практическое выполнение базовых антенн

На плоской крыше, лишенной каких-либо точек крепления основания мачты и оттяжек, тоже можно довольно просто и надежно установить мачту, пользуясь подручными средствами. Эта, на первый взгляд неразрешимая задача, решается с помощью нескольких кусков водопроводной трубы, мотка проволоки и старой автомобильной шины от большого грузовика (лучше на металлическом диске). Два куска трубы скрепляются проволокой крест-накрест, на них сверху кладется тяжелое колесо и приматывается проволокой к трубам. Эта конструкция является основанием мачты. Мачта устанавливается в центральное отверстие колеса и любым способом прикрепляется к диску и крестовине (лучше всего использовать сварку, но можно и прикрепить проволокой). При достаточно длинных трубах крестовины такое основание обеспечит устойчивость довольно высокой мачты.

Как было упомянуто, дальность связи в Си-Би диапазоне зависит, в

первую очередь от высоты передающей и приемной антенн. Антенные мачты могут быть изготовлены из стальных труб, алюминиевого профиля, деревянных шестов. Чем больше высота мачты, тем больше ярусов оттяжек следует использовать для ее надежной фиксации. При использовании металлических мачт ярусы оттяжек располагаются через 4–6 м, при деревянных мачтах – через 3–4 м. Расстояние от вершины мачты до верхнего яруса оттяжек должно быть минимальным, допускаемым конструкцией используемой антенны. Число оттяжек в каждом ярусе может быть от 3 до 4, важно только равномерно разместить их по кругу. При установке высоких мачт нагрузки на оттяжки под действием ветра могут быть очень большими, поэтому необходимо тщательно выбирать материал оттяжек и способ их крепления, чтобы избежать падения мачты.

Поскольку случаи падения высоких мачт все же ежегодно случаются, следует позаботиться о том, чтобы при падении мачты она не могла задеть линии электропередачи, телефонные линии, упасть на территорию соседей или на прохожих. Лучше заранее принять все предосторожности, они никогда не бывают излишними! Никогда не устанавливайте высокие мачты в ветренную погоду, дождитесь безветренного дня.

Все описанные антенны выполняются из антенного канатика. В качестве замены канатика можно использовать жгут из скрученных с помощью дрели эмалированных медных проводов диаметром от 0,3 до 0,7 мм и количеством жил от 5 до 10. В этом случае нужно очень тщательно зачищать от эмали и пропаивать все проводники жгута в местах соединений. Хорошие результаты можно получить при использовании медного провода диаметром 1,5–3 мм.

В качестве изоляторов лучше всего использовать орешковые, но годятся и обычные фарфоровые для электропроводки, если принять меры от перерезания канатика на острых гранях.

Использование проволочных оттяжек может существенно влиять на характеристики антенны, если их размеры оказываются резонирующими на рабочих частотах. Для исключения влияния проволочных оттяжек их необходимо разрывать изоляторами на части длиной 1,5–2 м. Применение оттяжек из прочного капронового шнура исключает влияние на характеристики антенны, но нужно позаботиться о том, чтобы шнур не мог перетереться или перерезаться об острые кромки конструкций при раскачивании мачты. Узлы креплений капронового шнура необходимо страховать от сползания и развязывания путем их оплавления.

Для обеспечения грозозащиты антенн мачты и антенны должны быть надежно заземлены по постоянному току. Если используется деревянная мачта, она, для уменьшения потерь излучаемой мощности, должна быть хорошо просушена и защищена от влаги несколькими слоями масляной краски. В этом случае заземление антенны может обеспечиваться соединением с "землей" оплетки кабеля.

Использование в качестве мачт деревьев не очень эффективно, т. к. зеленое дерево может вносить значительные потери. Общее правило при установке антенн: все предметы, имеющие протяженность более 1 м и не являющиеся хорошими изоляторами, должны быть удалены от антенны не менее чем на длину волны, т. е. 11 м.

Элементы антенн, находящиеся под высокочастотным напряжением,

должны располагаться таким образом, чтобы исключалась возможность их случайного касания людьми. Это требование связано с тем, что, даже при работе с разрешенной мощностью 10 Вт, напряжения на концах резонирующих элементов антенн могут достигать сотен вольт, способных вызвать ожоги.

В случаях, когда не удается поднять элементы антенны выше 3 м от поверхности земли или крыши, необходимо установить ограждение и предупреждающие надписи "Осторожно! Антенна находится под высоким напряжением!", т. е. принять все меры, исключающие случайное поражение людей.

10.4. АВТОМОБИЛЬНЫЕ АНТЕННЫ

Установка антенны на автомобиле имеет ряд особенностей и от ее правильности сильно зависит дальность связи. Уровень помех от системы зажигания двигателя серьезно влияет на чувствительность станции, поэтому желательно располагать антенну как можно дальше от двигателя, а питание станции осуществлять через фильтр или непосредственно от аккумуляторной батареи. Добейтесь того, чтобы уровень шума приемника при отключенной антенне не изменялся после включения двигателя. Это будет означать, что по цепям питания не проникает помех. В большинстве современных автомобильных станций используются фильтры по питанию и они не требуют дополнительной фильтрации. В этом случае подключать станцию к бортсети автомобиля можно в любой удобной точке. Постарайтесь провод к корпусу автомобиля не делать особенно длинным и тонким.

К автомобильной антенне предъявляются настолько жесткие требования по механическим, электрическим, эстетическим и эксплуатационным параметрам, что подавляющее большинство автомобилистов используют антенны промышленного изготовления. Рынок предоставляет широкий выбор антенн, различных по цене и внешнему виду. Все типы автомобильных антенн относятся к классу антенн "Ground plane", роль заземляющей поверхности которой (противовеса) выполняет металлический кузов автомобиля. При установке на кузов из диэлектрика эти антенны утрачивают свои функциональные характеристики. Проблема может быть решена с помощью металлического листа или металлической сетки, расстилаемых на крыше кузова, но существуют и фирменные рекомендации.

Для автомобилей с пластмассовым кузовом, пластиковых катеров и мотоциклов разработаны специальные антенны типа "вертикальный полуволновый вибратор", оба плеча которого укорочены согласующими индуктивностями (рис. 10.26).

Следует иметь в виду, что наилучшие результаты по дальности связи дает полноразмерная антенна длиной $\lambda/4$ (2,75 м). Однако антенна такой длины задевает за ветки деревьев, арки, въездные ворота и т. п., поэтому изготовители антенн используют различные методы их укорочения (согласующая индуктивность в основании штыря, в середине штыря или распределенная по всей длине антенны (рис. 10.27, 10.28). Это позволяет сократить длину антенны без катастрофического ухудшения характеристик. Но и для укороченных антенн справедливо общее правило: более длинные антенны обычно эффективнее. Во всяком случае, не рассчитывайте на

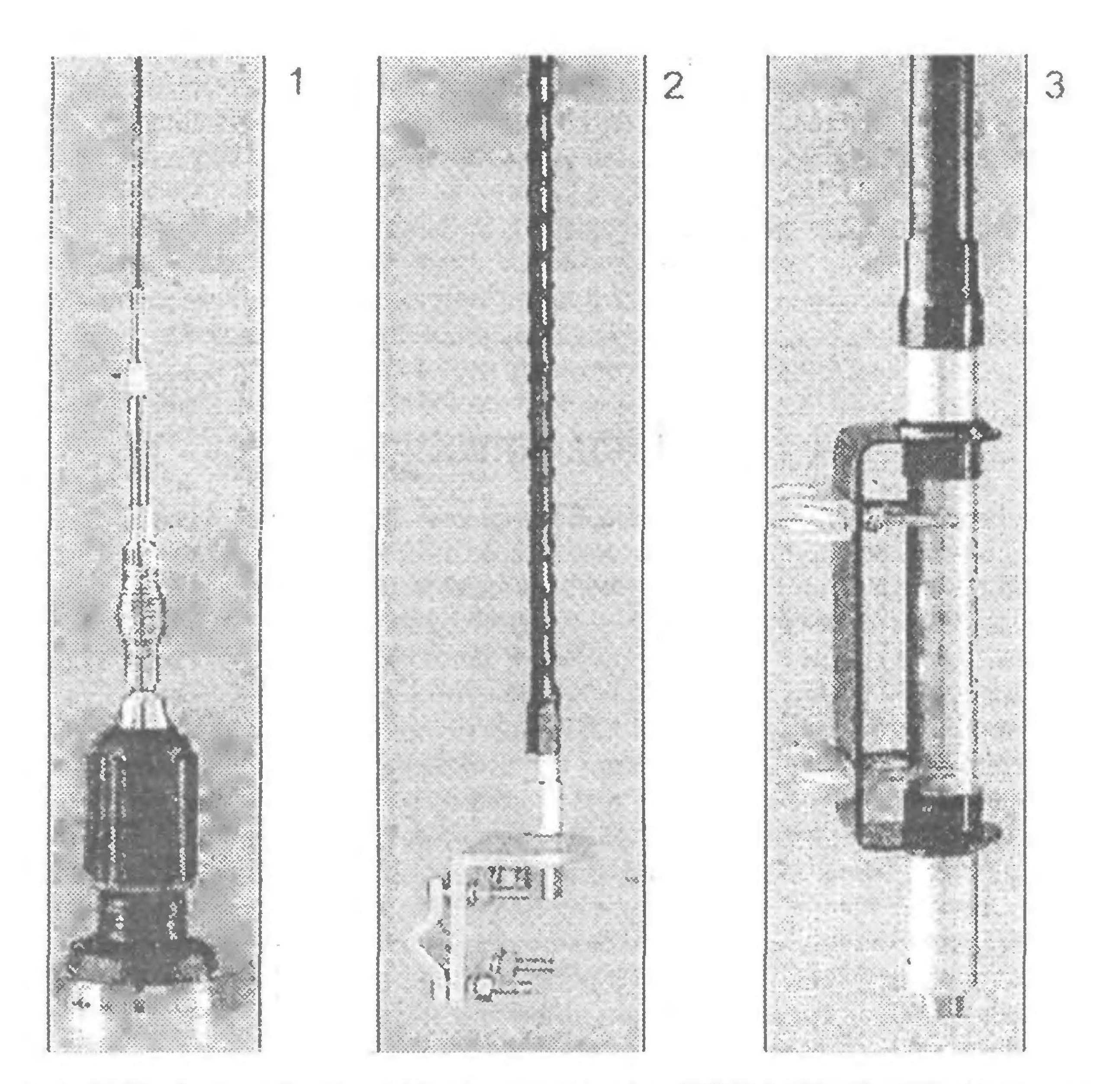


Рис. 10.26. Автомобильные Си-Би антенны: 1 – MIDLAND 18–2983 (диапазон 26,5–27,5 МГц, длина 1,1 м); 2 – BLACK MAGIC (диапазон 26,5–27,5, длина 1,22 м); 3 – MIDLAND 18–400 (диапазон 26–30 МГц, длина 1 м).

хорошие результаты при использовании антенн длиной менее 1,2 м, какой бы сложной ни была их конструкция и что бы там ни писали в рекламных проспектах.

Металлические и пластиковые (фиберглассовый или углепластиковый штырь с медным проводником внутри) антенны работают одинаково эффективно. Антенны на магнитном основании, широко представленные на рынке, имеют то преимущество, что легко убираются внутрь машины на стоянке, что предохраняет их от похищения, а сила магнита обеспечивает надежное крепление при любой скорости. Относительно длины этих антенн справедлива прежняя рекомендация. Вместе с тем, их эффективность при прочих равных условиях несколько снижена, поскольку связь экрана подводящего кабеля с кузовом-противовесом осуществляется через электрическую емкость основания на кузов, а не за счет непосредственного гальванического контакта. Для этих антенн изменение длины кабеля абсолютно недопустимо так же, как и для сдвоенных антенн (рис. 10.29, 10.30).

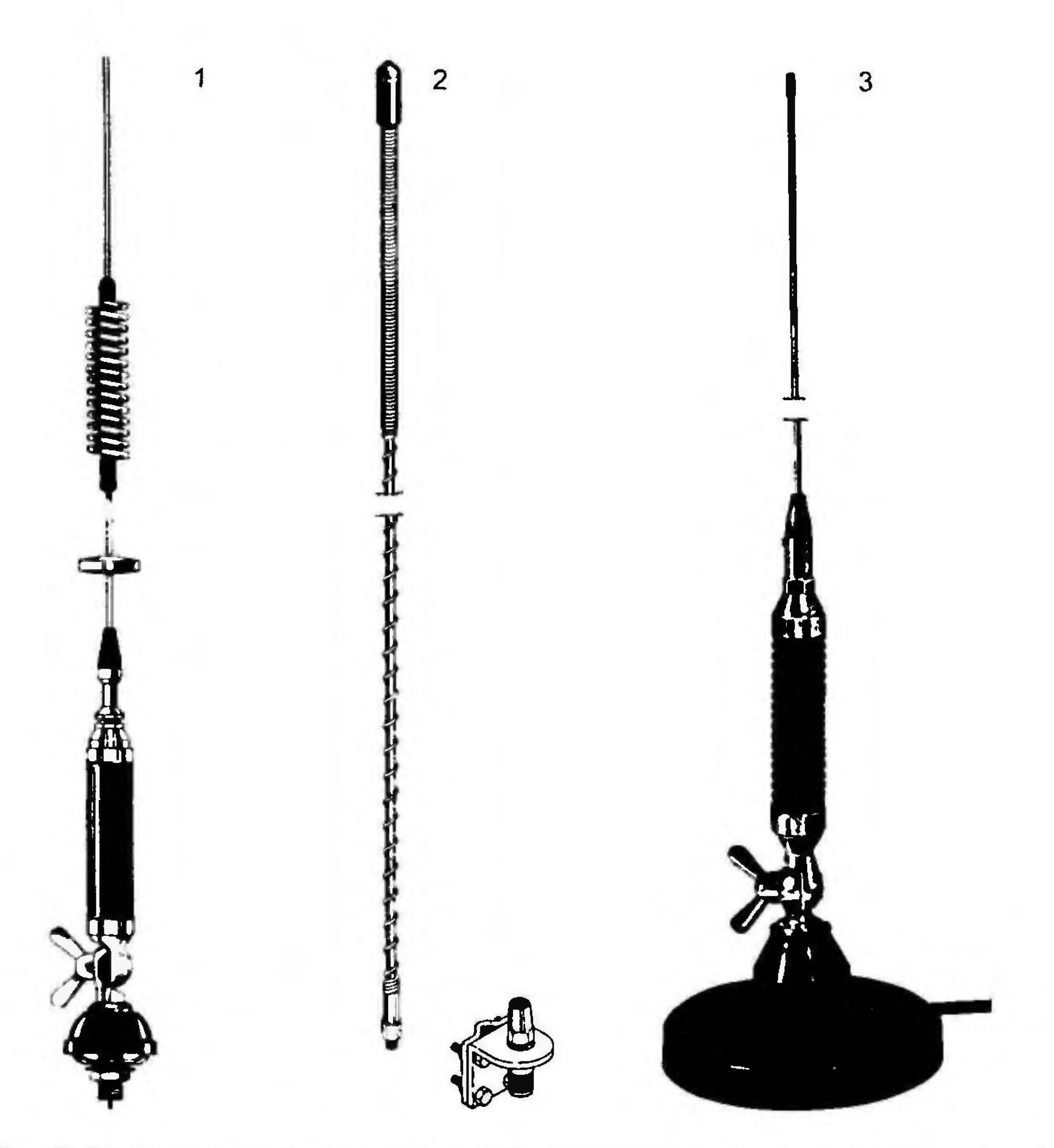


Рис. 10.27. Варианты крепления автомобильных антенн: 1 – в отверстие кузова; 2 – на кронштейне наружного зеркала; 3 – на магнитной подошве.

Автомобильная антенна должна быть настроена в резонанс на средней частоте диапазона. В большинстве случаев, настройка в резонанс достигается регулировкой длины штыря, обеспечивающей минимум КСВ в центре диапазона. Если КСВ больше на верхнем краю диапазона, длину штыря необходимо уменьшить, если на нижнем – увеличить. Антенны, электрическое укорочение которых обеспечивается распределенной по длине индуктивностью, настраиваются путем последовательного удаления витков.

Устанавливать антенну на автомобиле желательно как можно выше: на крыше или, в крайнем случае, на переднем или заднем крыле, бампер с этой точки зрения является наихудшим местом. От места установки антенны зависит ее диаграмма направленности (рис. 10.31).

При установке антенны в середине крыши, диаграмма направленности приближается к круговой. Если антенна установлена на правом краю

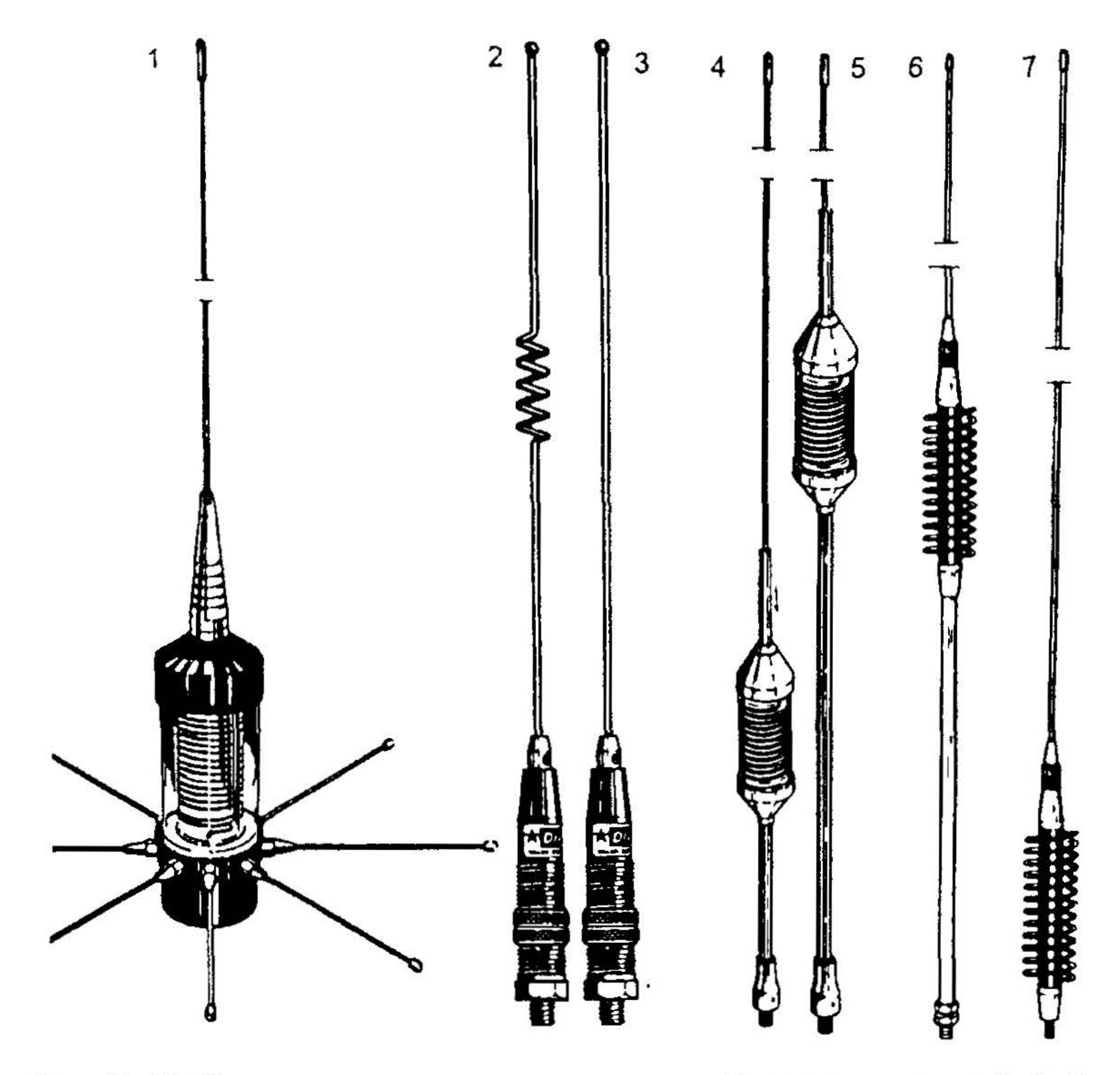


Рис. 10.28. Варианты размещения согласующей индуктивности: 1, 3, 7 – в основании антенны; 2 – в основании и средней части антенны; 4, 5, 6 – в средней части антенны.

крыши, большее усиление она дает в направлении влево от оси автомобиля, если на левом краю, то вправо.

На крупногабаритных грузовиках и фургонах часто используются системы из двух антенн, соединяемых сфазированным V-образным кабелем (рис. 10.29). Из теории антенн известно, что два одинаковых вибратора, размещенных на расстоянии полволны (5,5 м) друг от друга, дают диаграмму направленности в форме восьмерки. При этом в направлениях линии размещения антенн наблюдается резкий минимум, а в перпендикулярных направлениях наблюдается усиление на 3 дБ. Если разместить эти антенны на расстоянии, равном четверти длины волны (2,75 м) друг от друга, что соответствует максимальной ширине автомобиля (например, на зеркалах заднего вида грузовика или на крыше фургона), то эффект сложения сигналов существенно ослабляется, в результате чего такие двойные антенны работают не намного лучше идеально установленных одинарных (рис. 10.32). Вместе с тем, применение сдвоенных антенн ослабляет затенение, создаваемое высоким и широким кузовом грузовика,

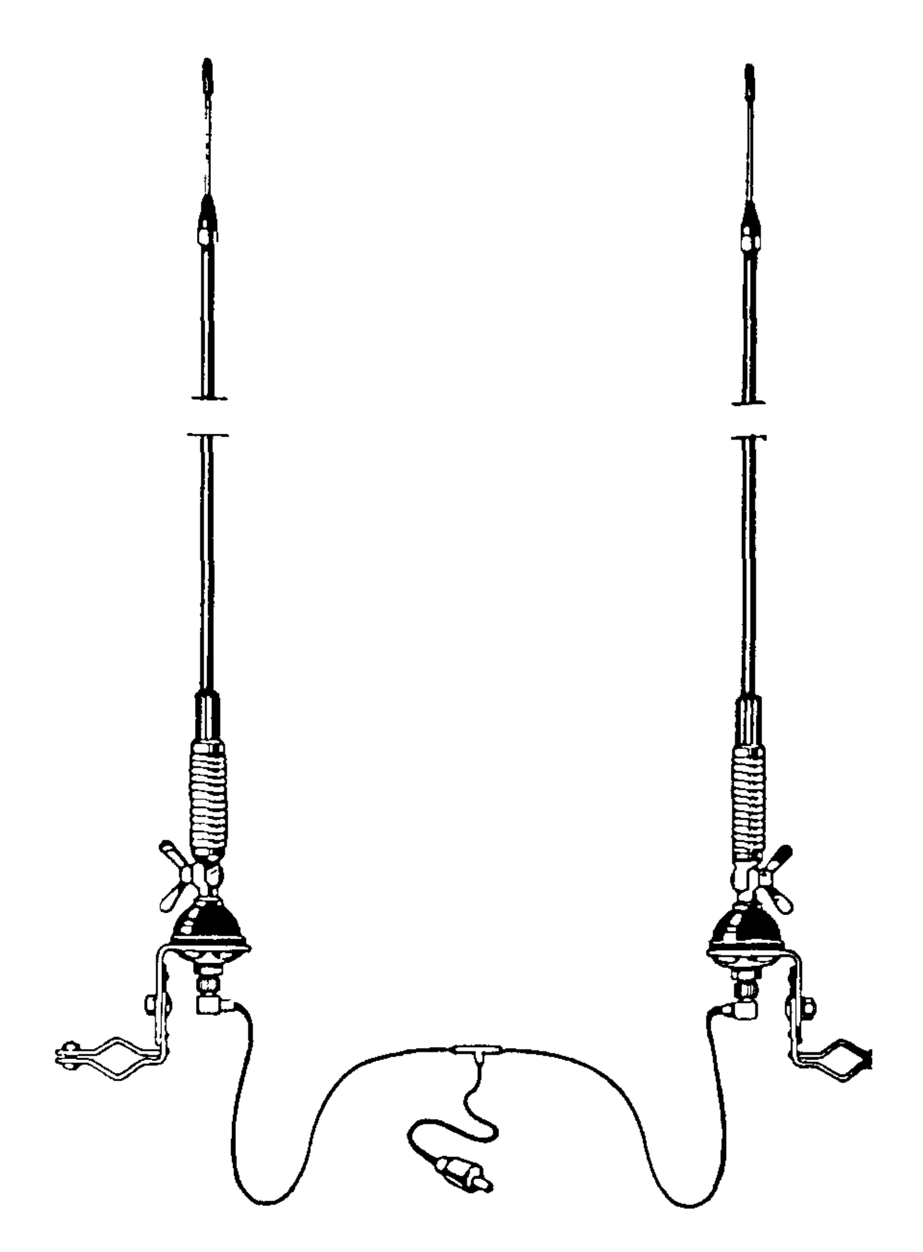


Рис. 10.29. Сдвоенная автомобильная антенна

благодаря чему несколько улучшается диаграмма направленности в направлении маршрута движения. Кабели, соединяющие двойные антенны с радиостанцией, обеспечивают согласование и фазировку антенн. Поэтому изменение их длины и волнового сопротивления недопустимо.

Виды крепления антенн можно разделить на 3 основные группы: крепление в отверстии кузова; крепление кронштейнами, устанавливаемыми на водосливной бортик крыши, багажник или зеркало; магнитные подошвы. Промышленностью выпускается широкий ассортимент аксессуаров и принадлежностей, включающих разнообразные скобы, зажимы и фиксаторы (рис. 10.33). Однако, при любых способах установки необходимо обеспечить надежный контакт антенны с кузовом, отсутствие ненадежных контактов при заделке коаксиального кабеля в разъемах (в том числе в разъемах и подпружиненных контактах салазок при съемном монтаже трансивера). Вот почему, при установке антенны в отверстии кузова необходимо зачищать краску в окрестности монтажного отверстия, а при монтаже антенны на кронштейне, фиксируемом на водосливном бортике

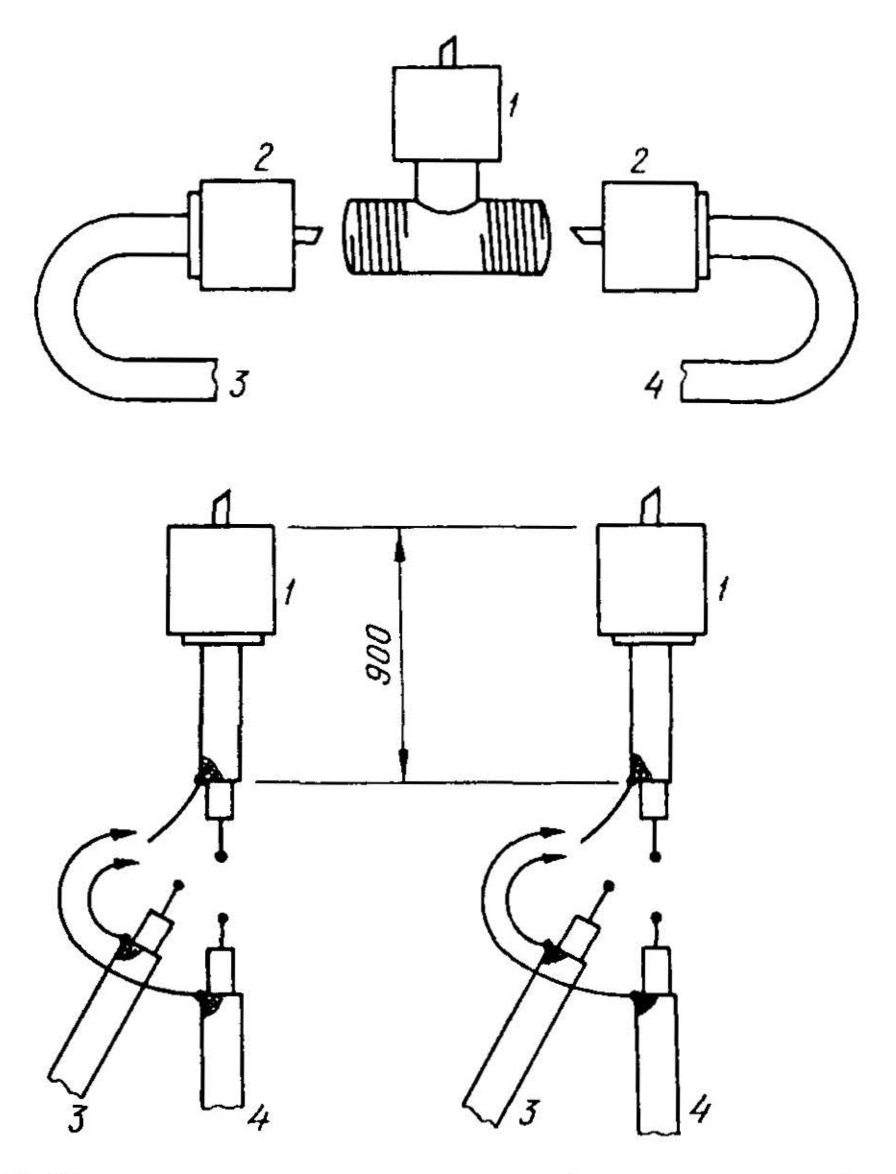


Рис. 10.30. Подключение сдвоенных автомобильных антенн: 1 – к разъему SO-239; 2 – к разъему RL-259; 3 – коаксиальный кабель (RG 59/U) к антенне; 4 – коаксиальный кабель (RG 59/U) ко второй антенне

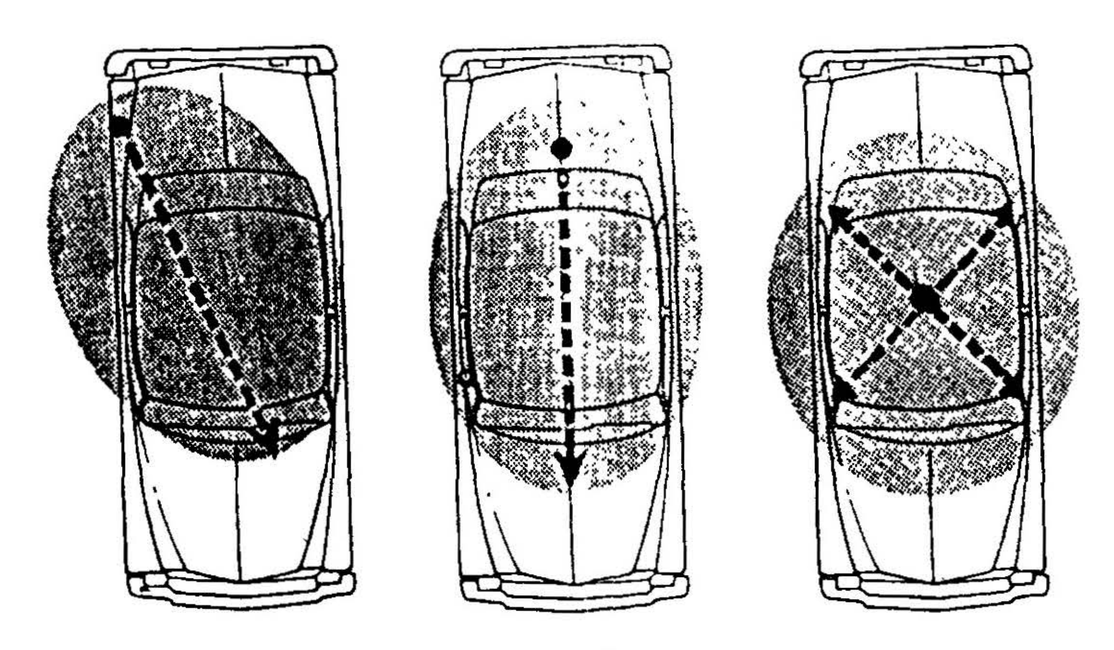


Рис. 10.31. Размещение антенн на автомобиле и их диаграммы направленности (точками обозначены места установки антенн)

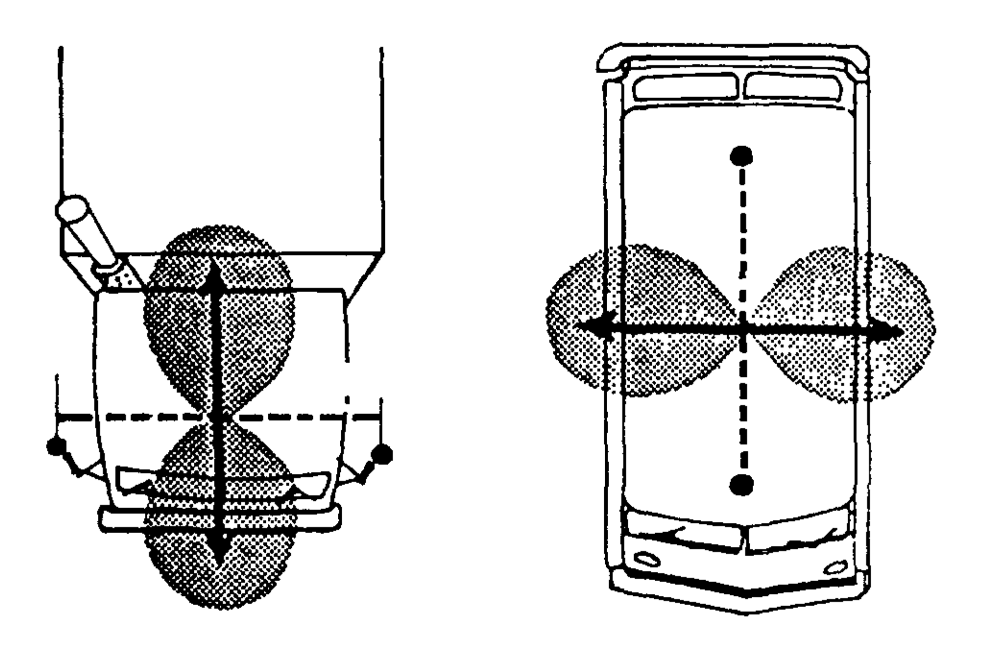


Рис. 10.32. Размещение сдвоенных антенн и их диаграммы (точками обозначены места установки антенн)

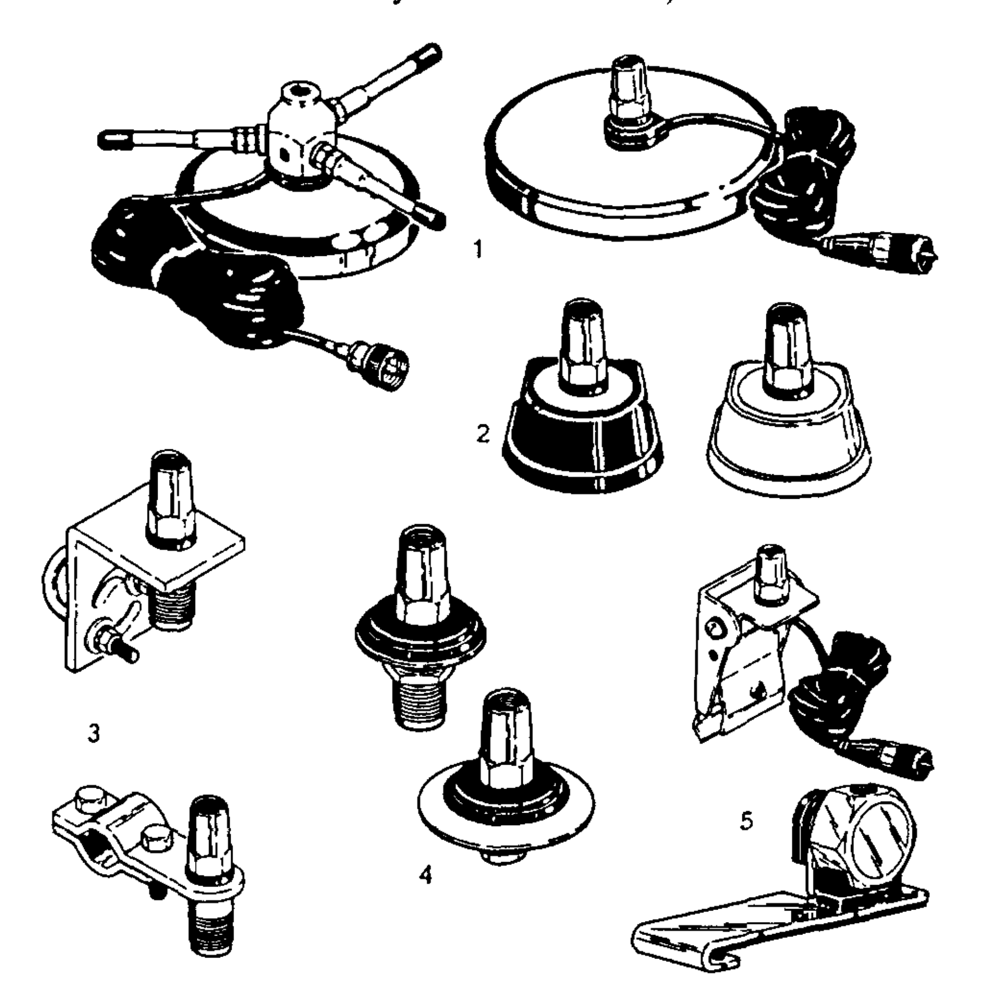


Рис. 10.33. Аксессуары для установки автомобильных антенн: 1 – магнитные подошвы; 2 – зажимы для багажника; 3 – зажимы для кронштейна наружного зеркала; 4 – крепеж для отверстий в кузове; 5 – скобы для водостока

крыши автомобиля нужно обеспечить хорошее электрическое соединение кронштейна с кузовом, зачищая краску или просверлив отверстие в водосливном бортике.

10.5. АНТЕННЫ ПОРТАТИВНЫХ РАДИОСТАНЦИЙ

Антенны портативных радиостанций имеют, как правило, минимальные размеры. Это делает радиостанцию компактной и удобной в эксплуатации. Однако, ограничение геометрической длины таких антенн приводит к существенным потерям их эффективности по сравнению с полноразмерным четвертьволновым штырем и, естественно, требует хорошего согласования антенны с трансивером. Кроме того, в отличие от автомобильных антенн и, тем более, антенн базовых радиостанций, "землей" которых является металлический кузов автомобиля, мачта или противовесы, антенны портативных радиостанций не имеют полноценного заземления. Фактически роль "земли" у этих антенн выполняет тело пользователя, которое характеризуется некоторыми значениями емкостного и активного сопротивлений. Качество подобной "земли" существенно отражается на дальности радиосвязи. Так, если радиостанция находится не в руках пользователя, а расположена на поверхности стола, дальность существенно сокращается. В таких случаях желательно иметь подобие противовеса, хотя бы в виде куска провода.

Существенное значение также имеет конструкция корпуса. Материалом корпусов современных портативных радиостанций является диэлектрик – ударопрочная пластмасса. Гальванический контакт между радиостанцией и ее пользователем достигается благодаря наличию на задней стенке корпуса металлической скобы для ношения аппарата на ремне, когда скоба соединена с "землей" радиосхемы.

Согласование антенны с портативной радиостанцией обеспечивается уже описанными выше методами. Наиболее типичными конструктивными вариантами согласования входящих в стандартный комплект поставки антенн являются распределенная по длине индуктивность или индуктивность в основании антенны. Подобные антенны обеспечивают уверенную радиосвязь на расстоянии 1,0–1,5 км. Для увеличения дальности радиосвязи используют специальные удлиненные антенны, размер которых доходит до одного метра и более, чем достигается также прирост уровня принимаемого сигнала на 1–2 балла.

10.6. КОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ ДЛЯ АППАРАТУРЫ РАДИОСВЯЗИ

Коаксиальный кабель, изобретенный в начале столетия для прокладки трансатлантической подводной телеграфной линии связи, был модифицирован в начале тридцатых годов для использования в области радио. В настоящее время ассортимент выпускаемого кабеля насчитывает сотни различных марок.

В любительской радиосвязи используется, как правило, кабель, обладающий волновым сопротивлением 50 Ом. Современный кабель средней жесткости состоит из центрального медного проводника, окруженного слоем диэлектрика, внешняя поверхность которого покрыта медной

оплеткой (вторым проводником) и защитной оболочкой из пластика, защищающей кабель от воздействия окружающей среды. В большинстве типов кабеля в качестве диэлектрика используется полиэтилен, а в качестве внешней оболочки – поливинилхлорид (рис. 10.34). Кабель обладает обычно

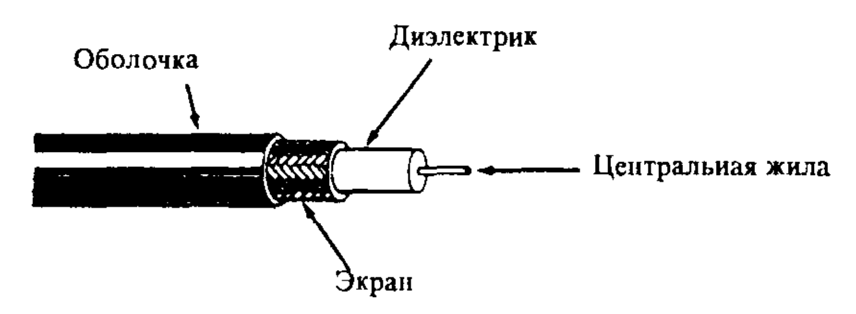


Рис. 10.34. Конструкция коаксиального кабеля

достаточной гибкостью, однако его перегибы под острыми углами (при радиусе кривизны изгиба менее 15-кратного радиуса кабеля) способны приводить, с течением времени, к усталостным изменениям центральной жилы, ее постепенному проникновению через слой диэлектрика и короткому замыканию с оплеткой. Не рекомендуется также свободное подвешивание больших участков кабеля, провисающего под собственным весом.

Хотя оболочка кабеля защищает его от воздействия влаги окружающей среды, на практике целостность оболочки не может быть проконтролирована с абсолютной надежностью. Мельчайшие повреждения поверхности приводят к капиллярному проникание влаги внутрь кабеля и к потере его электрических характеристик. Поэтому радиолюбителям следует избегать прокладки кабеля как под водой, так и под землей, тогда как пребывание кабеля под дождем вполне допустимо. Наиболее слабым местом кабеля, подверженного воздействию влаги, являются его концы или точки соединения, в том числе разъемы. Капиллярное проникание влаги приводит к окислению и постепенному разрушению оплетки и центральной жилы. Для герметизации стыков кабеля используются как специальные герметики (например Coax Seal), так и обычный пластилин. Существуют также влагозащищенные (но не водостойкие) коаксиальные разъемы UG-21/U, которые могут быть использованы вместо популярных, но не защищенных от влаги разъемов PL-259 и SO-239.

Следует отметить, что паяные соединения отрезков кабеля обладают измененным волновым сопротивлением и являются источником отраженных волн. Поэтому разъемные соединения (PL-259 – PL-258 – PL-259) выглядят предпочтительнее.

Для спецификации коаксиального кабеля используется система кодов и/или обозначений стандартов оборонной промышленности. Марки кабеля, удовлетворяющие требованиям американской военной промышленности (стандарт (MIL-C-17D), маркируются аббревиатурой "RG" (означающей Radio Guide, т. е. "волновод"), за которой указывается числовой код, и далее, возможно, символ "U" ("Utility" – для прикладных задач). Перечень наиболее известных типов кабеля приведен в таблицах 10.8 и 10.9, в том

числе широко распространенный RG-8/U и более современный кабель RG-213/U, разработанный в соответствии с современными требованиями стандартов NATO (волновое сопротивление 50 Ом). Несколько большими потерями характеризуется семейство кабелей RG-58/U (волновое сопротивление 50 Ом или 53,5 Ом), выпускаемых с различными типами оплетки и наружной оболочки. Наибольшими потерями вплоть до 1 ГГц характеризуется подсемейство модели RG-8/U, обладающее волновым сопротивлением 50 Ом ("Duobond", 9913, CQ 1001, CQ 1002). Для прокладки под землей может быть рекомендована марка кабеля "Bury-8", а для подключения к вращающимся элементам антенн – сверхгибкий кабель "Flexi-4XL".

Важным компонентом кабеля является материал его оболочки. Оболочка большинства моделей кабеля изготовлена из черного поливинилхлорида, обеспечивает срок службы кабеля 5 лет и маркируется Class I. Более дорогой материал, также относящийся к ПВХ, обеспечивает долговечность не менее 10–15 лет, защиту от ультрафиолетового излучения и маркируется Class IIA. Маркировка оболочки Class IX означает высокую устойчивость к воздействию окружающей среды, химическую инертность и термостойкость до 200 градусов (материал оболочки – разновидность тефлона). В качестве диэлектрика в различных моделях кабеля используется пенополиэтилен (Foamed PE) или вспененный полиэтилен (Air PE), обеспечивающий улучшенную влагозащищенность.

Таблица 10.8

Коаксиальные кабели, выпускаемые отечественной промышленностью

Марка кабеля	Внутренняя жила	Волновое сопротивление W, Ом	Затухание, дБ/м на частоте		Диаметр D, мм
			10 МГц	100 МГц	
РК-50-2-11 (РК-119)	Однопроволочная	50±2	0,05	0,18	4,0±0,3
РК-50-2-13 (РК-19)	"	50±2	0,05	0,18	4,0±0,3
РК-50-3-11 (РК-159)	"	50±2	0,04	0,13	5,3±0,3
РК-50-3-13 (РК-55)	"	50±2	0,03	0,13	5,0±0,3
РК-50-4-11 (РК-129)	"	50±2	0,03	0,10	9,6±0,6
РК-50-4-13 (РК-29)	"	50±2	0,03	0,10	9,6±0,6
РК-50-7-11 (РК-147)	Многопроволочная	50±2	0,02	0,08	10,3±0,6
РК-50-7-15 (РК-47)	"	50±2	0,02	0,08	10,3±0,6
РК-50-7-12 (РК-128)	"	50±2	0,02	0,09	11,2±0,7
РК-50-7-16 (РК-28)	"	50±2	0,02	0,09	11,2±0,7
РК-50-11-11 (РК-148)	"	50±2	0,018	0,06	14,0±0,8
РК-50-11-13 (РК-48)	"	50±2	0,018	0,06	14,0±0,8
РК-75-4-11 (РК-101)	Однопроволочная	75±3	0,032	0,10	7,3±0,4
РК-75-4-15 (РК-1)	"	75±3	0,032	0,10	7,3±0,4

Примечание: Таблица содержит данные, приводимые заводами-изготовителями. Для оценки затухания на частоте 27 МГц может быть использована линейная интерполяция или способ, приведенный в разделе 10.2.

Таблица 10.9

Коаксиальные кабели, выпускаемые за рубежом

Марка кабеля	Волновое сопротивление, Ом	Коэффициент укорочения	Затухание, дБ, 100 м кабеля при 100 МГц	Материал диэлектрика	Тип оболочки	Наружный диаметр, мм (дюйм)
RG-8	52	0,66	7,2	PE	I	10,3 (0,405)
RG-8	50	0,78	5,9	Foam	I	10,3 (0,405)
Type				PE		
RG-8A	52	0,66	12,13	PE	IIA	10,3 (0,405)
RG-8X	52	0,78	12,13	Foam	I	6,5 (0,242)
RG-8M				PE		
Flex	50	0,84	4,26	AIR	IIA 4	10,3 (0,405)
4XL				PE		
Belden	50	0,84	4,26	AIR	I	10,3 (0,405)
9913				PE		
BURY-8	50	0,78	12,13	Foam	IIIA	10,3 (0,405)
RG-213	50	0,66	7,2	PE	IIA	10,3 (0,405)
RG-58	53,5	0,66	16,07	PE	I	4,95 (0,195)
RG-58A	50	0,66	16,07	PE	I	4,95 (0,195)
		0,78	14,75	Foam		
RG-59	73	0,66	11,15	PE	I	6,5 (0,242)
RG-59B	75	0,66	11,15	PE	I	6,5 (0,242)
Type	80	0,78	9,51	Foam	I	6,15 (0,242)

10.7. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Двусторонний радиообмен требует тщательной настройки антенно-фидерной системы, обеспечивающей ее согласование с выходными каскадами трансивера. Настроечным элементом антенн является их электрическая длина, для изменения которой регулируется геометрическая длина излучателя, либо параметры согласующей индуктивности. Для контроля этой процедуры используются разнообразные измерительные приборы, регистрирующие коэффициент стоячей волны антенно-фидерной системы (КСВ, SWR – standing wave ratio), мощность сигнала, излучаемого трансивером, напряженность электрического поля. Наряду с перечисленными устройствами в радиолюбительской практике находят широкое применение нагрузки-эквиваленты, устройства измерения девиации частоты или глубины амплитудной модуляции, частотомеры, устройства согласования, антенные усилители и коммутаторы, фильтры внеполосных излучений и др.

Простейшие измерители КСВ представляют собой компактный одношкальный прибор со стрелочным индикатором, применяемый как при установке базовых и автомобильных радиостанций, так и для профилактического контроля состояния их антенно-фидерных систем. Абсолютная точность измерений подобных изделий довольно низка (погрешность не менее 15–25 %), однако ее вполне достаточно для настройки антенны, обеспечивающей минимальный уровень КСВ. Для более точной настройки

используют приборы более высокого класса точности (и стоимости). Как правило, они дополнительно обеспечивают регистрацию мощности выходного сигнала трансивера в диапазоне до 100 Вт и более при погрешности измерения КСВ в пределах 10 %.

Чрезвычайно полезной функцией является регистрация уровня напряженности поля излучения антенны, поскольку именно эта величина, в конечном счете, влияет на дальность радиосвязи и качество радиосигнала.

Следует отметить, что отклонения КСВ от идеального значения (КСВ = 1,0) сравнительно слабо влияют на "отдачу" излучателя.

Таблица 10.10

Влияние КСВ на излучаемую мощность

КСВ	Относительная мощность излучения, %
1,0	100 %
1,5	96 %
2,0	89 %
3,0	75 %

Указанные потери мощности на слух практически неощутимы. Однако, рассогласование антенны существенно влияет на режим работы трансивера и/или антенно-согласующих устройств. Вот почему, тщательная настройка антенны и контроль ее состояния – обязательный ритуал, соблюдение которого способно уберечь владельцев аппаратуры персональной радиосвязи от дорогостоящего ремонта.

Наиболее предусмотрительные пользователи придерживаются постоянного включения контрольно-измерительной аппаратуры в антенно-фидерный тракт трансивера, что позволяет избежать последствий различного рода неприятных сюрпризов, которыми столь богата окружающая жизнь (снятие антенны "радиолюбителями" трофеев, повреждения кабеля при ремонте крыши и сбрасывании снега, падение мачты из-за ветра и обледенения – всего не перечислить). При этом открывается возможность подстройки антенно-фидерной системы с помощью антенно-согласующих устройств непосредственно с рабочего места оператора радиостанции (компенсация дрейфа КСВ, обусловленного метеоусловиями или изменением диапазона частот радиосвязи).

Менее обязательны для повседневной практики, однако чрезвычайно удобны для обладателей аппаратуры, работающей в различных частотных стандартах (например, "российском" и "международном"), компактные частотомеры, включаемые последовательно с антенной и позволяющие фиксировать с точностью до сотен герц частоту выходного сигнала трансивера.

Применение антенных предусилителей (усилителей принимаемого сигнала) может быть рекомендовано в удаленных районах, где дальность радиосвязи определяется преимущественно затуханием передаваемого радиосигнала. В крупных городах и индустриальных районах дальность радиосвязи ограничивается преимущественно промышленными и бытовыми радиопомехами, в том числе внеполосным излучением других корреспондентов, работающих в эфире. В этих условиях антенные предусилители сравнительно малоэффективны, поскольку, пропорционально усиливая как сигнал, так и шум, они не обеспечивают заметного улучшения радиосвязи.

10.8. ПОМЕХИ ТЕЛЕВИДЕНИЮ

Помехи, создаваемые Си-Би станциями приему телевидения, как с ними бороться.

Си-Би радиостанции, работающие в диапазоне 27 МГц, могут создавать помехи как другим службам связи, так и теле- и радиовещанию в диапазоне УКВ Наибольшие нарекания обычно вызывают помехи от Си-Би станций приему телевидения. Некоторые пользователи, чтобы не портить отношения с соседями, вынуждены отказываться от проведения связей во время передачи любимых соседями телесериалов. Что является причиной этих помех?

Сигнал передатчика, работающего на частоте близкой к 27 МГц, содержит гармонические составляющие (связанные с искажениями колебаний несущей частоты). Вторая гармоника имеет удвоенную частоту и близка по частоте к 54 МГц, т. е. попадает в полосу первого канала телевидения, третья гармоника примерно равна 81 МГц, т. е. поражает третий телевизионный канал, четвертая гармоника - 108 МГц, попадает в диапазоне FM радиовещания. Более высокие гармоники в сигнале передатчика обычно уже настолько ослаблены, что помех не вызывают.

Кроме гармонических составляющих в сигнале передатчика могут присутствовать также побочные частоты, вырабатываемые синтезатором, но они имеют весьма малую амплитуду и частоту, близкую к частоте несущей, так что, в худшем случае, могут помешать только близким соседям, работающим в соседних каналах Си-Би диапазона, и о них мы сейчас говорить не будем.

Максимальная разрешенная мощность передатчика Си-Би радиостанции, равная 10 Вт, и требования к допустимым внеполосным излучениям были выбраны с учетом гарантированного отсутствия помех телевидению и радиовещанию. Однако большинство пользователей гражданского диапазона для увеличения дальности связи используют усилители мощности или форсируют выходные каскады своих радиостанций с обычного уровня 4 Вт до 10 Вт и более (как кому удастся)... При изменении режимов выходных каскадов внеполосное излучение передатчика может сильно возрасти, превышая допустимые нормы, а усилители, особенно самодельные, могут иметь непредсказуемый уровень гармоник.

Очевидным способом ослабления гармоник передатчика является применение фильтров нижних частот, пропускающих без ослабления частоты ниже 30 МГц, но сильно ослабляющих все частоты выше 40 МГц.

Примером такого фильтра промышленного изготовления может служить фильтр нижних частот модели YA-1 фирмы Bencher (США), имеющийся в продаже в большинстве магазинов, торгующих Си-Би техникой. Он имеет следующие характеристики:

полоса прозрачности - от 1,8 до 29,7 МГц,

потери в полосе прозрачности - менее 0,2 дБ,

КСВ в полосе прозрачности - не хуже 1,2,

ослабление на частоте 54 МГц - не менее 80 дБ.

Те из наших читателей, кто хочет сберечь 30 долларов для покупки более важных вещей, могут изготовить подобный фильтр самостоятельно, это не очень сложно. Наиболее простой и эффективный фильтр нижних частот показан на рис. 10.35.

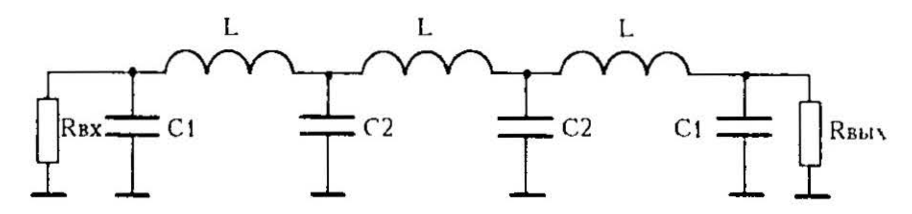


Рис 10 35. Полуволновый фильтр нижних частот

Особенностью этого фильтра является то, что он не трансформирует сопротивление, подключенное ко входу. Это означает, что если фильтр подключить к передатчику, рассчитанному на нагрузку 50 Ом, то к выходу фильтра следует подключать нагрузку с таким же сопротивлением. В этом проявляется сходство этого фильтра с отрезком линии передачи длиной в половину длины волны. Именно поэтому такой фильтр называют полуволновым фильтром нижних частот. Расчет элементов полуволнового фильтра очень прост:

$$L = R/2\pi f,\ \ C1 = 1/2\pi f R,\ \ \ C2 = 2C1,$$

где f - частота среза фильтра.

Для нашего случая Rвх = Rвых = 50 Ом, f = 30 МГц, L = 0,26 мкГн, C1 = 100 пФ, C2 = 200пФ.

Количество звеньев фильтра выбирается, исходя из требуемого ослабления в полосе запирания. На рис. 10.35 показан трехзвенный фильтр, но, добавляя дополнительные катушки L и конденсаторы C2, можно набрать любое количество звеньев. Теоретически трехзвенный ФНЧ должен иметь ослабление 52,7 дБ на частоте, равной удвоенной частоте среза. Практические значения ослабления получаются несколько меньшими из-за неидеальной экранировки Впрочем, слишком много звеньев (более 5-7) использовать не следует, т. к. при этом возрастут потери в полосе прозрачности. Рекомендуется ограничиться таким числом звеньев, при котором исчезают помехи телевидению.

Эффективность работы фильтра зависит от его конструктивного выполнения. Необходимо поместить элементы фильтра в металлический корпус, лучше всего фрезерованный латунный или спаянный из медного листа (вполне приемлемые результаты получаются, если корпус спаять из двусторонне фольгированного стеклотекстолита). Между звеньями фильтра нужно сделать перегородки, хорошо припаяв их к стенкам корпуса. Катушки лучше всего соединять между собой через проходные конденсаторы, установленные на перегородках (но можно и через выходные изоляторы любого типа), корпуса входных и выходных разъемов нужно хорошо соединить с корпусом. Даже при использовании очень хорошего фильтра помехи телевизорам могут сохраняться, если, например, плохо заделаны разъемы кабеля, соединяющего передатчик с фильтром.

В антенный тракт фильтр гармоник следует включать после измерителей мощности и КСВ, т. к. они сами являются источниками гармоник. После фильтра перед антенным кабелем могут быть только согласующие устройства и переключатели.

В качестве примера приведем описание практической конструкции фильтра. Было выбрано число звеньев равным 6. Катушки намотаны на оправку диаметром 18 мм эмалированным проводом диаметром 2 мм виток к витку.

Характеристики ФНЧ

Затухание, дБ — Частота, МГц — КСВ

Рис. 10.36. Характеристики фильтра

Число витков - 5. Конденсаторы - керамические или слюдяные любого типа. Характеристики фильтра, измеренные с помощью ИЧХ, приведены на рис. 10.36.

Как видно из графика, затухание на частоте 54 МГц достигает 90 дБ. Это означает, что затухание трехзвенного фильтра реально будет не хуже 45 дБ.

Гармоники передатчика могут попадать в телевизоры соседей и через сеть. Чтобы сделать простейший сетевой фильтр, намотайте сетевой шнур блока питания вашей радиостанции (оба провода вместе) на ферритовое кольцо подходящего диаметра. Достаточно намотать 4-6 витков, чтобы результат был заметен. Годится феррит любой марки, а нужный размер кольца определяется толщиной сетевого шнура. Если помехи уменьшились, но не исчезли полностью, можно сделать такой же фильтр на проводах питания между радиостанцией и блоком питания.

Но вот Вы обзавелись фильтром гармоник, навели полный порядок в фидерном тракте своей радиостанции, изолировали аппаратуру от сети, но помехи на телевизионном экране не исчезли... Что делать дальше? Откуда они берутся, ведь в эфир гармоники не излучаются?! Такая ситуация возникает чаще всего в условиях сельской местности, на границе уверенного приема сигналов телецентра, но иногда и в городе, если ваша антенна расположена рядом с телевизионной, помехи фильтром не убираются... Объясняется это тем, что большой по уровню сигнал частоты 27 МГц, наводимый на телевизионную антенну, рождает опасные гармоники на любых нелинейностях, имеющихся в телевизионном приемном тракте. Телевизионные антенны под влиянием атмосферных условий подвергаются коррозии и плохие контакты в местах соединений могут приобретать диодные свойства. Это первая причина гармоник. Вторая возможная причина - недостаточная селективность входных цепей телевизора или антенного усилителя коллективной телевизионной антенны. Для устранения помех в этом случае достаточно установить на входе телевизора или антенного усилителя фильтр верхних

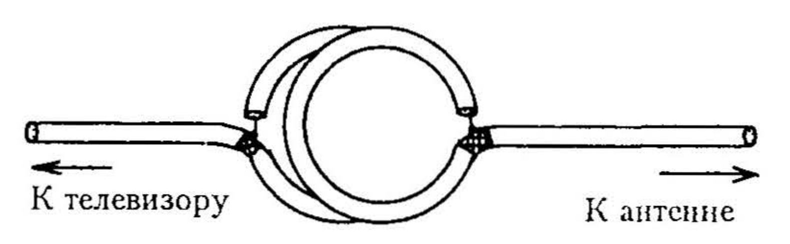


Рис. 10 37. Фильтр верхних частот

частот, который пропускает частоты выше 50 МГц, но задерживает все частоты ниже 30 МГц. Наиболее просто такой фильтр можно изготовить, используя свойства магнитных рамок малого размера. Схема такого фильтра изображена на рис. 10.37.

Телевизионный кабель перед входом телевизора разрезается, на концах срезается 5 мм оплетки и изоляции и центральные жилы припаиваются к оплетке кабеля (зачистить внешнюю изоляцию на расстоянии 150 мм от концов) таким образом, чтобы образовать петли диаметром около 50 мм. Оплетка на концах не должна соединяться ни с чем. Петли накладываются друг на друга через изоляционные прокладки (например из картона, пенопласта и т. п.) такой толщины, при которой шумов (в виде снега на экране) при приеме самого низкого по частоте канала телевидения еще не появляется. Вся конструкция скрепляется изоляционной лентой. Чем меньше магнитная связь между рамками, тем большее ослабление вносит фильтр на частоте 27 МГц. Подобный фильтр весьма эффективен для защиты от помех, несмотря на свою простоту и дешевизну.

10.9. КАК УВЕЛИЧИТЬ ДАЛЬНОСТЬ СВЯЗИ ПОРТАТИВНЫХ РАДИОСТАНЦИЙ С ПОМОЩЬЮ АНТЕНН

По-видимому, один из основных вопросов, которым интересуются владельцы портативных радиостанций, – возможно ли и насколько увеличить дальность связи доступными среднему пользователю методами. Их разработчики предусмотрели для этого ряд мер, в том числе и сменные удлиненные антенны. Речь идет здесь, естественно, о радиостанциях, которые достаточно широко представлены на российском рынке: DRAGON SY-101, SY-101+, SS-201 (Seung Yong, Korea), ALAN 95 PLUS (CTE International, Italy), AH-27, SH-27 (MAYCOM Inc., Korea), MEGAJET 5501 (включает УКВ радиоприемник).

Как правило, все они содержат центральный процессор, обеспечивающий следующие функции:

- синтез до 200 каналов (PRO 200 N, MAYCOM AH-27), до 400 (DRAGON SY-101, ALAN 95 PLUS) (т. е. от 5 до восьмого 40-канальных поддиапазонов);
- электронное переключение стандарта частоты, на котором ведется радиообмен ("российский" и "международный" стандарты частоты): DRAGON SY-101, ALAN 95 PLUS;
- запоминание номера канала, предшествующего выключению питания (MAYCOM AH-27, DRAGON SY-101, ALAN 95 PLUS);
- быстрое переключение каналов - подекадно (ALAN 95 PLUS) или по поддиапазонам (DRAGON SY-101, MAYCOM AH-27);
- параллельное прослушивание пары независимых каналов (DRAGON SY-101, MAYCOM AH-27);
- блокировку клавиатуры;

- подсветку индикатора;
- S-метр принимаемого сигнала;
- переключение уровня выходной мощности.

Подобные модели обладают рациональной схемотехникой, достаточно хорошей экранировкой (снижающей влияние наводок от окружающих источников электромагнитного излучения), хорошей избирательностью. Последнее обеспечивается наличием в высокочастотном (на первой промежуточной частоте) тракте узкополосного кварцевого фильтра, эффективно подавляющего сигналы за пределами канала, на который настроена радиостанция. Этим достигается то, что в кругу специалистов называется хорошей динамикой - нечувствительность приемного тракта к радиообменам, ведущимся корреспондентами в соседних каналах.

В связи с последним стоит упомянуть об устойчивой тенденции использования портативных радиостанций в режиме автомобильных или базовых. Подобная возможность легко реализуется благодаря специальным адаптерам, обеспечивающим подключение к радиостанции внешнего источника питания и внешней антенны. Однако, схемотехника, селективность и чувствительность портативных радиостанций ориентированы, в первую очередь, на использование штатных спиральных антенн, эффективность которых, по определению, исключительно низка. При подключении эффективных автомобильных или базовых антенн уровень шума в принимаемом сигнале заметно возрастает, что может требовать регулировки (уменьшения) чувствительности.

Дальность радиосвязи с использованием носимых радиостанций –один из наиболее деликатных вопросов.

Мощность передатчика здесь слабо влияет на дальность радиосвязи. Так, если в одной из упомянутых носимых радиостанций, паспортная мощность которой равна, например 3 Вт, отклонение от этого номинала в сторону уменьшения составит около 33%, то это приведет к снижению максимальной дальности на 7,5% (около 75 метров на 1 километр дальности и это является типичной среднестатистической оценкой).

Влияние на предельную дальность чувствительности радиостанций выражается значительно сильнее, однако, чувствительность является паспортной характеристикой, которая определяется схемотехническими особенностями аппаратуры. К тому же чувствительность большинства (если не всех) современных радиостанций приблизительно одинакова и составляет около 0,5 мкВ. Приведенная выше зависимость соответствует предельной дальности радиосвязи, ограниченной чувствительностью радиоприемного тракта и собственными шумами приемника В условиях города с интенсивными бытовыми и промышленными помехами реальная дальность радиосвязи существенно меньше предельной и определяется конкретным уровнем шумов вблизи радиостанции, работающей в режиме приема. Поэтому изменение чувствительности принимающей радиостанции (даже если это выполнено квалифицированными специалистами) приведет к одновременному возрастанию сигнала и шума, практически не изменив их соотношения, а, следовательно, и дальности.

Здесь особую роль играет подъем высоты каждой из антенн, участвующих в радиообмене. Поэтому, если участника радиообмена имеют возможность изменить свое местоположение над поверхностью Земли, то этой возможностью следует воспользоваться (за счет естественного рельефа или зданий).

Однако, на практике возможность таких маневров довольно ограничена, если радиосвязь необходима в совершенно конкретном месте.

Вот почему наиболее эффективное увеличение дальности в практике достигается увеличением к.п.д. антенной системы.

Антенны носимых радиостанций, в большинстве случаев, представляют собой закрытую полимерной оболочкой спираль на гибком диэлектрическом стержне или сочетание фрагмента такой спирали с прямолинейным проводником, находящимся внутри гибкого диэлектрического стержня. Их длина совершенно несоизмерима с идеальной четвертьволновой антенной длиной около 2,7 м. При типичных длинах штатных антенн портативных станций от 20 до 30 см их к.п.д., в лучшем случае составляет около 2-3% (примерно соответствует к.п.д. первых паровозов). Кроме того, штатные антенны нередко нуждаются в дополнительной настройке. Ширина их рабочего диапазона частот близка к 2,5% от частоты несущей (27 МГц), то есть составляет около 700 кГц. Вот почему владельцы современных широкодиапазонных радиостанций, планирующие радиообмен на краях рабочего диапазона должны запастись набором сменных антенн, настроенных на различные участки спектра (такие антенны реально существуют и предлагаются фирмами).

Существенное влияние на эффективность антенн оказывает взаимное расположение радиостанций и тела оператора (а также окружающих предметов). Фактически оператор, в руках которого находится радиостанция, является одним из противовесов антенны. Электрические характеристики такого противовеса, помимо электрической проводимости и электрических потерь в человеческом теле, зависят от площади контакта руки оператора и корпуса радиостанции (лучше держать двумя руками), расстояния от корпуса до головы (целесообразно сократить до минимума, не касаясь самой антенны), ориентации оператора в пространстве. Стоит заметить, что оператор с радиостанцией в руках, расположенной перед головой, образует направленную антенну, максимум чувствительности которой направлен от антенны в сторону спины оператора. Находясь на пределе слышимости, попытайтесь изменить свою ориентацию - выигрыш в дальности может достигнуть 20% и более.

Другим популярным приемом для решения этой задачи является подключение к корпусу радиостанции дополнительного внешнего противовеса. Роль такого противовеса способен выполнить кусок медной проволоки.

Провод может быть выполнен в форме петли, одетой на шею оператора (человеческое тело при этом играет роль противовеса). Однако, более элегантное решение этой проблемы обеспечивается дополнительной внешней гарнитурой, подключенной к радиостанции через стандартный разъем на верхней стороне корпуса (EXT.MIC). Наряду с увеличением предельной дальности радиообмена внешняя гарнитура, к тому же, создает дополнительный комфорт, поскольку содержит заключенные в одном малогабаритном корпусе динамик, микрофон и тангенту (в ряде моделей - еще и наушник). Необходимость манипулировать более весомым и объемным корпусом самой радиостанции при этом отпадает, радиостанция может быть размещена на ремне или в верхнем боковом кармане.

Существенное увеличение дальности радиосвязи может быть также обеспечено применением специальных удлиненных антенн - гибких и телескопических Такие антенны выпускаются изготовителями радиостанций в различных вариантах.

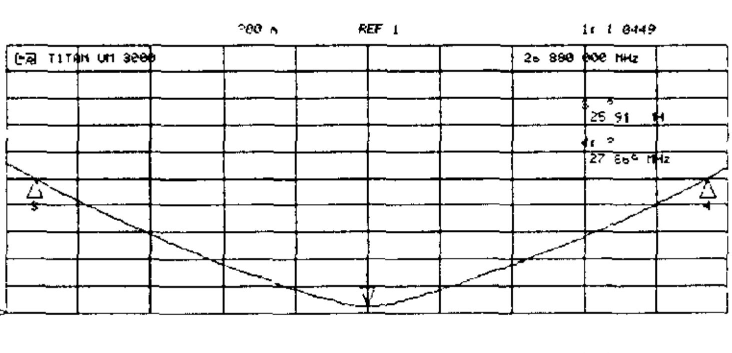
СИ-БИ АНТЕННЫ
из каталога фирмы «УМД Проект»

SIRIO® antenne Итальянская компания SIRIO Antenne S.r.l. — один из основных поставщиков Си-Би антенн выбрала АО «УМД Проект» своим эксклюзивным представителем в России /Тел. (095) 208-85-57/. SIRIO была основана в 1972 году господином Джузеппе Грациоли и ее главной продукцией на протяжении многих лет были Си-Би-антенны, автомобильные и базовые. После двадцати лет плодотворной работы и исследований SIRIO смогла начать разработку и выпуск большой гаммы аксессуаров и антенн, работающих на частотах от 27 МГц до 900 МГц. Таким образом, компания SIRIO Antenne S.r.l., известная ранее как производитель одних из самых лучших в мире Си-Би-антенн, предлагает сейчас также широкий выбор любительских, профессиональных и сотовых антенн мирового качества, причем по цене на 20 — 40% ниже, чем у лидеров отрасли. Специалисты компании уверены, что SIRIO займет свое место среди ведущих мировых производителей, таких, как Cushcraft Corp. Celwave, Procom, Diamond Antenna, Anli Antenna, благодаря именно относительно недорогой и качественной продукции.



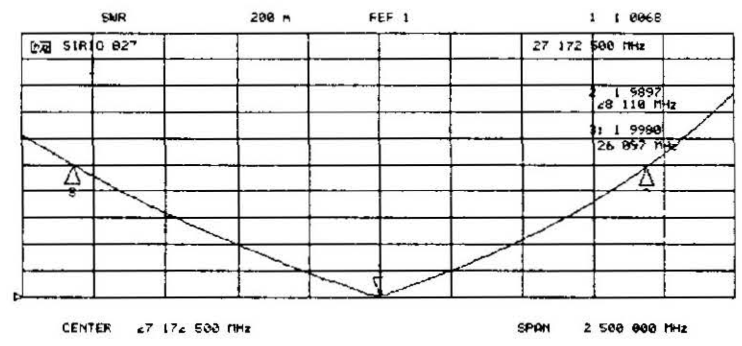
TITANIUM 3000 PL/N

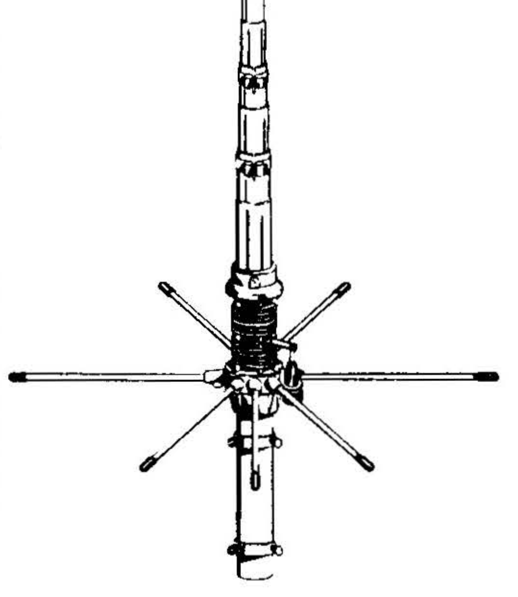
Тип	7/8 λ Base Loaded
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	1.2:1
Максимальная мощность	500 Вт
Полоса пропускания	1900 КГц
Коэффициент усиления	5 дБ
Разъем	UHF PL 259
Длина	1,73 м
Масса	350 г



SIRIO 827

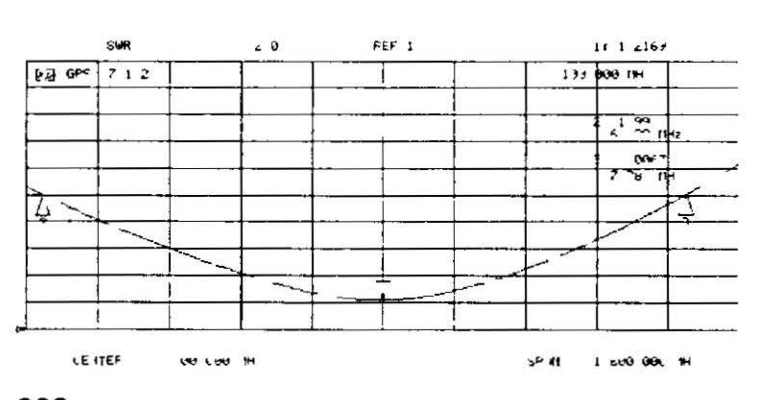
Тип	5/8 λ Ground Plane
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-29 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤1 1 1
Максимальная мощность	2500 Вт
Полоса пропускания	2500 КГц
Коэффициент усиления	7 5 дБ
Разъем	UHF PL 259
Длина	6 85 м
Масса	5,0 кг
Диаметр крепежного отверстия	Ø 35/40 мм



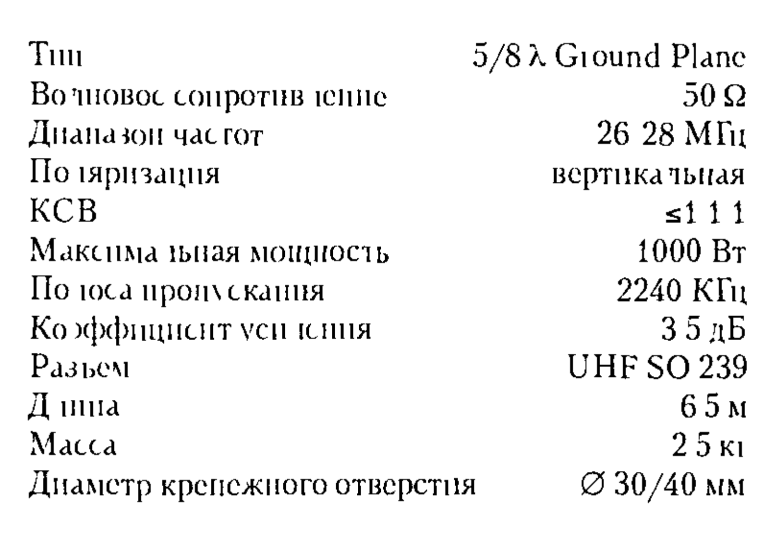


GPS 27 1/2

Тип	1/2 λ Ground Plane
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤1 2 1
Максимальная мощность	500 Вт
Полоса пропускания	2240 КГц
Коэффициент усиления	3 дБ
Разъем	UHF SO 239
Длина	5,5 м
Масса	2,1 кг
Диаметр крепежного отверстия	Ø 40 мм

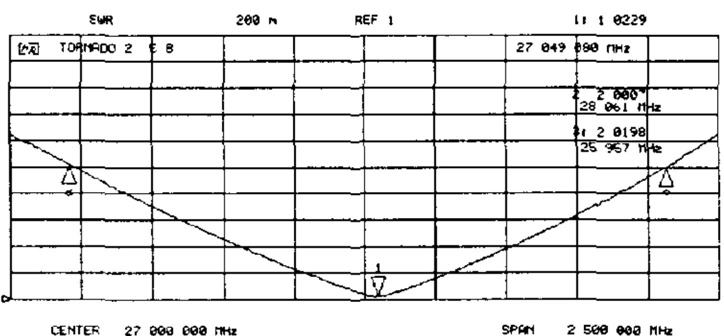






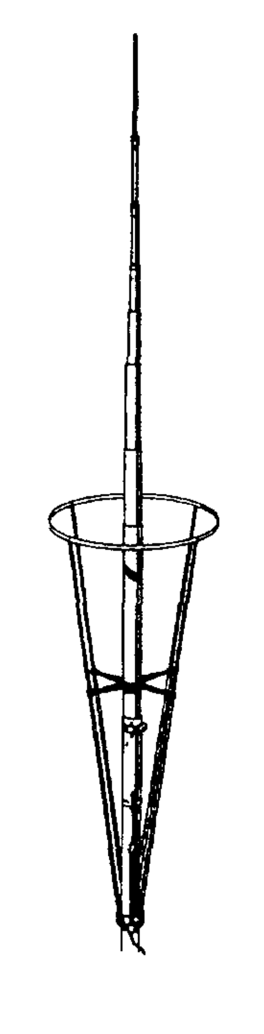
TORNADO 27 5/8

Тип	5/8 λ Ground Plane
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26 28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤1 1 1
Максимальная мощность	1000 Вт
Полоса пропускания	2240 КГц
Коэффициент усиления	3 5 дБ
Разъем	UHF SO 239
Длина	6 5 м
Масса	2 5 кг
Диаметр крепежного отверстия	Ø 30/40 мм

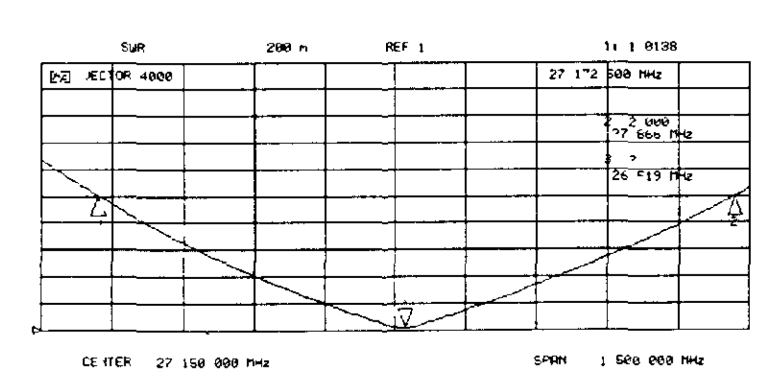




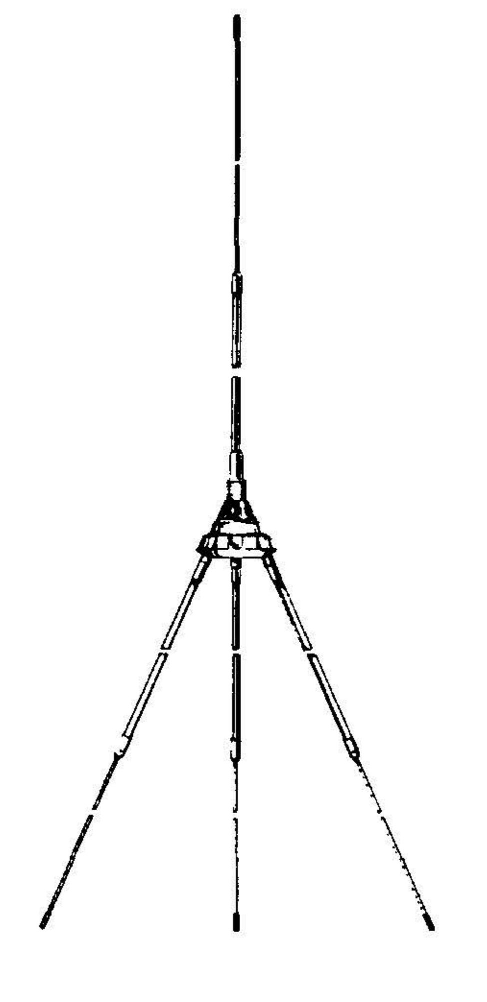
VECTOR 4000



Тип	3/4 λ Ground Plane
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤1 2 1
Максимальная мощность	2000 Вт
Полоса пропускания	2240 КГц
Коэффициент усиления	7 дБ
Разъем	UHF SO 239
Длина	8 5 м
Масса	4 6 кг
Диаметр крепежного отверстия	Ø 30/40 мм



GPA 27



Тип	1/4 λ Ground Plane
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	27 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤ 1 2 1
Максимальная мощность	1000 Вт
Полоса пропускания	1340 КГц
Коэффициент усиления	0 дБ
Разъем	UHF SO 239
Длина	5,2 м
Масса	1,3 кг
Диаметр крепежного отверстия	∅ 40 мм

SWR 200 m REF 1

GPA 27 27 160 000 MHz

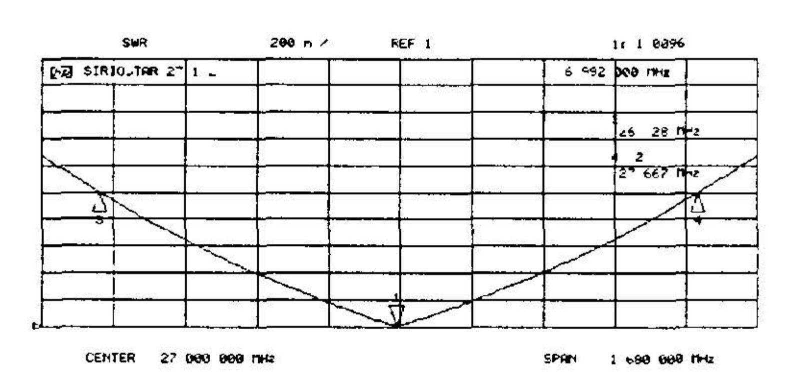
26 274 MHz

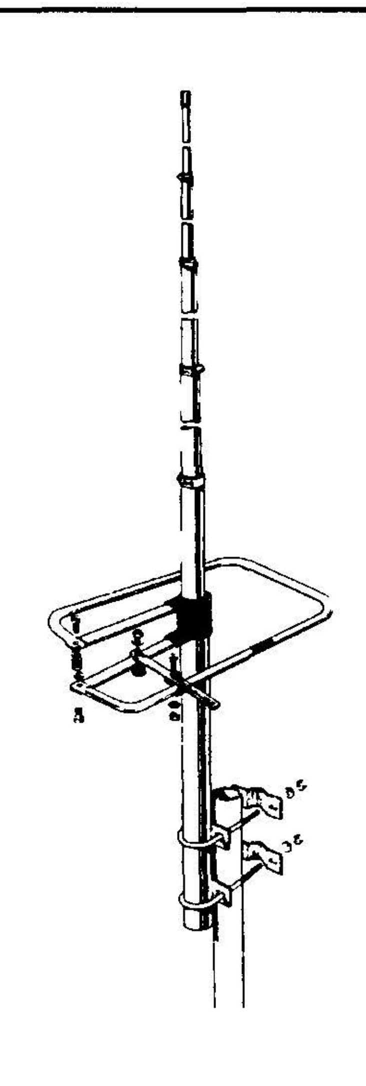
28 316 MHz

CENTER 27 160 000 MHz SPAN 2 600 000 MHz

SIRIOSTAR 27

Тип	1/2 λ Ground Plane
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤ 1 2 1
Максимальная мощность	500 Вт
Полоса пропускания	1800 КГц
Коэффициент усиления	3 дБ
Разъем	UHF SO 239
Длина	5,5 м
Масса	1,5 кг
Диаметр крепежного отверстия	∅ 30/40 мм

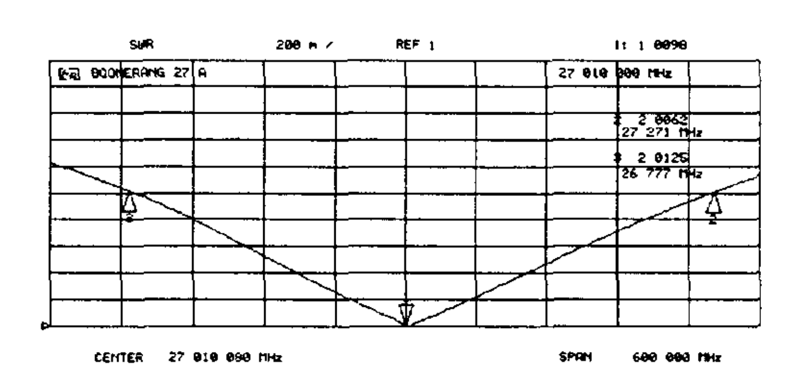




BOOMERANG 27 A

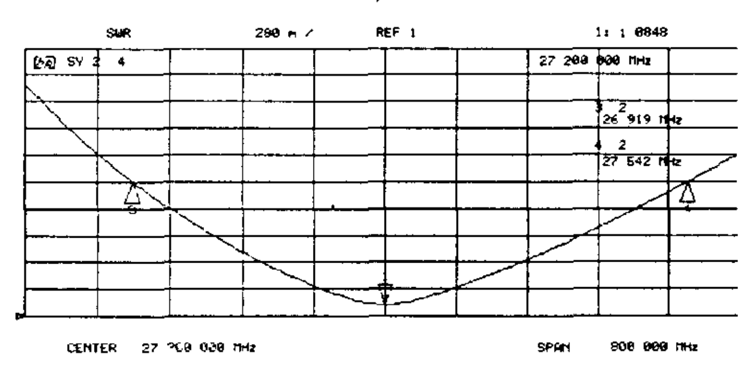
Тип	1/4 λ Reduced Radial
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	27 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤ 1 2 1
Максимальная мощность	100 Вт
Полоса пропускания	440 КГц
Коэффициент усиления	0 дБ
Разъем	UHF SO 239
Длина	3,2 м
Масса	750 гр

Комплектуется крепежной скобой



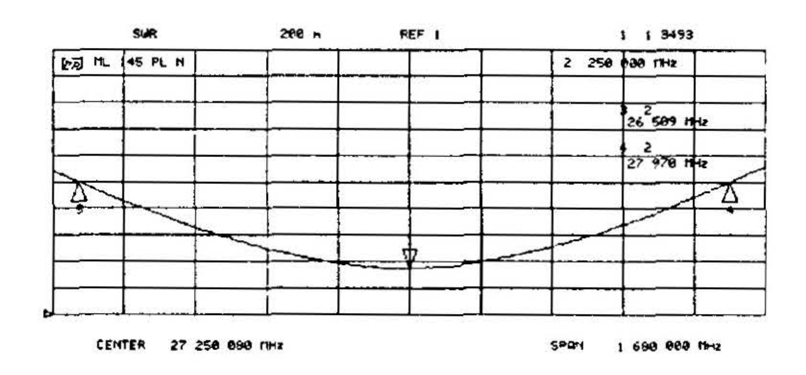
SY 27-4

Тип	4 Elem Yagi Beam Antenna
Волновое сопротивление	50 Ω
Максимальная мощность	1000 Вт
Полоса пропускания	1000 КГц
Коэффициент усиления	7 5 дБ
Длина бума	4 м
Длина директора	4,8 м
Длина рефлектора	5,7 м
Диапазон частот	26-28,5 MHz
Поляризация	вертикальная/горизонтальная
КСВ	at Freq Res ≤ 1 1 1
Разъем	UHF female
Масса	7,0 кг
Диаметр креп мачты	∅ 35/50 мм



ML 145 N INOX

Тип	5/8 λ Ground Plane
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	27 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤1.1:1
Максимальная мощность	600 Вт
Полоса пропускания	1340 КГц
Коэффициент усиления	4 дБ
Длина	1.45 м
Масса	360 гр
Стандартный крепеж	«N-PL»
Диаметр крепежного отверстия	Ø 12.5 мм





SUPER CARBONIUM 27

Тип	5/8 λ Base Loaded
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤1.2:1
Максимальная мощность	250 Вт
Полоса пропускания	2240 КГц
Коэффициент усиления	4 дБ
Длина	1.45 м
Масса	310 гр
Стандартный крепеж	«N»
Диаметр крепежного отверстия	Ø 12.5 мм

SWR 200 m REF 1 1: 1.0454

SUPER CARBONIUM 27

26 054 MHz

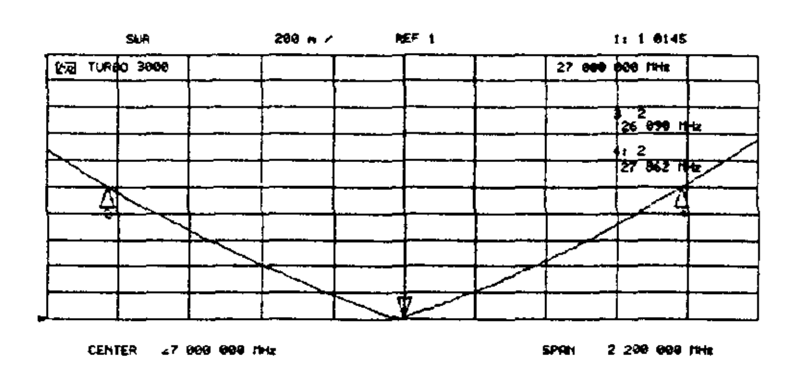
27 983 MHz

CENTER 2 000 000 MHz SPAN 2 000 000 MHz



TURBO 3000

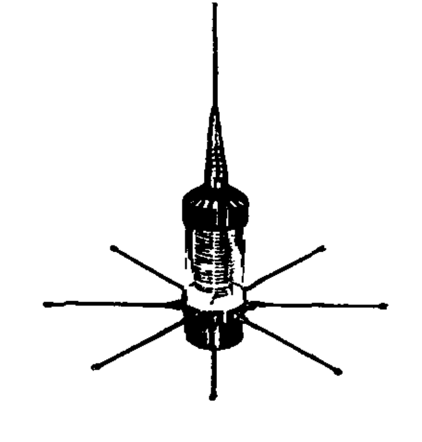
Тип	7/8 λ Base Loaded
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤ 1 1 1
Максимальная мощность	2000 Вт
Полоса пропускания	2500 КГц
Коэффициент усиления	4,5 дБ
Длина	1,7 м
Масса	450 г
Диаметр крепежного отверстия	∅ 12 5 мм



SPACE SHUTTLE 27 PL

Тип	5/8 λ Base Loaded
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤ 1 1 1
Максимальная мощность	1000 Вт
Полоса пропускания	2240 КГц
Коэффициент усиления	4 дБ
Разъем	UHF PL 259
Длина	1,45 м
Масса	900 г

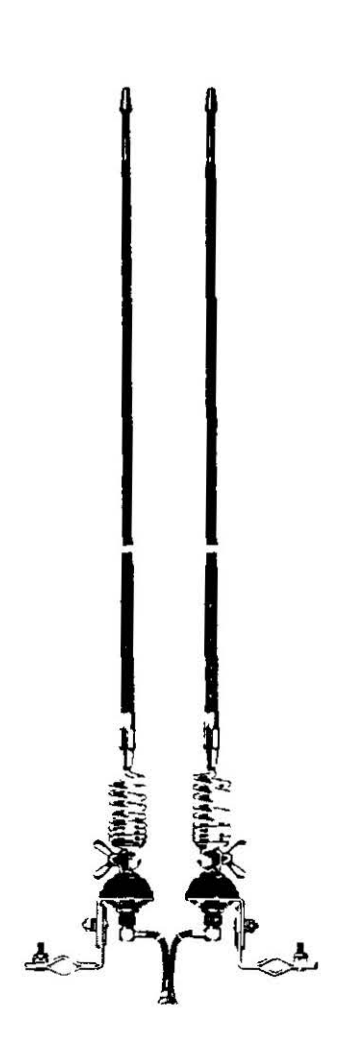
SWR 200 m / REF 1 1 1 1994
SPACE SHUTTLE 27 PL
27 250 000 MHz
3 2 26 607 MHz
4 2 27 884 MHz
CENTER 27 250 000 MHz SPAN 1 300 000 MHz



SUPER TRUCK 27

Тип	Twin Delta 27-M-95
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤1,2:1
Максимальная мощность	200 Вт
Полоса пропускания	910 КГц
Коэффициент усиления	3,5 дБ
Длина	0,95 м
Масса	1,1 кг
Стандартный крепеж	Twin «N»

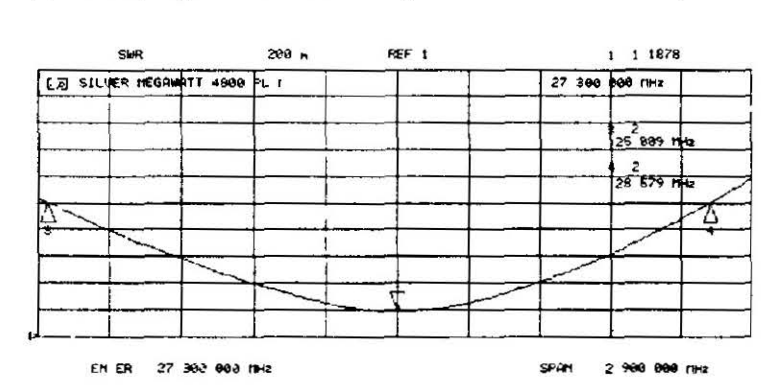
В комплекте двойное крепление на зеркала



SWR 200 m / REF 1 1 1.0007
SUPER TRUCK 27
27 160 000 MHz
3: 2
26 317 MHz
4: 2
27 868 MHz
CENTER 27 160 000 MHz
SPAN 1 800 000 MHz

SILVER MEGAWATT 4000

Тип	7/8 λ Base Loaded
Волновое сопротивление	50 Ω
Диапазон частот	26-28 МГц
Поляризация	вертикальная
КСВ	≤1,2:1
Максимальная мощность	3000 Вт
Полоса пропускания	2,8 МГц
Коэффициент усиления	5,5 дБ
Разъем	UHF PL 259
Длина	2,02 м
Масса	440 г
Диаметр крепежного отверстия	∅ 12,5 мм





11. КОРОТКОВОЛНОВЫЕ И УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ СВЯЗИ

11.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Хорошая антенна - лучший усилитель высокой частоты. Это правило было уже хорошо известно в те времена, когда радиолюбительство начинало только развиваться. Но и сегодня это высказывание не потеряло своей актуальности. Однако если раньше антенная техника находилась в компетенции небольшого круга специалистов - ученых и инженеров, то теперь ее знание тем более необходимо хотя бы в общих чертах для каждого технически грамотного человека, занимающегося профессиональной или любительской связью.

Радиолюбители уже давно оценили те результаты, которые дает применение высокоэффективных антенн. О том, насколько интенсивно велись разработки в области радиолюбительской антенной техники, можно судить по тому многообразию антенных систем, которое было предложено коротковолновиками и укавистами.

Начиная с того времени, когда великие изобретатели россиянин А.Попов, итальянец Г. Маркони и серб Н.Тесла в конце прошлого столетия провели первые опыты по осуществлению связи без проводов с использованием простейших, с позиции сегодняшнего уровня науки, приемо-передающих радиоустройств, антенна явилась главным излучателем электромагнитной энергии

Направить эту энергию в нужном направлении - задача каждого владельца радиостанции, да так, чтобы были минимальные потери мощности от передатчика к антенне. Этой задаче и посвящается данный раздел книги.

В этом разделе будут кратко рассмотрены физические процессы,происходящие в антенне при передаче и приеме электромагнитного излучения.

Прежде чем рассмотреть физические процессы, происходящие в антенне, остановимся на распространении электромагнитных волн. Энергия, излучаемая передающей антенной, распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн. Электромагнитные волны описываются следующими характеристиками.

Длина волны λ - кратчайшее расстояние между двумя точками в простроанстве, на котором фаза электромагнитной волны изменяется на 2π. Частота f - число полных периодов изменения напряженности поля в единицу времени. Скорость распространения волны c - скорость распространения последовательности волн от источника энергии. Частота электромагнитных волн, скорость распространения и длина волны связаны соотношением $\lambda = c/f$. Единицей измерения частоты является герц (Гц); 1 Гц - одно колебание в секунду, 1 кГц (1 килогерц) - 1000 герц, 1МГц - (1 мегагерц) - 1000 кГц - 1000000 Гц. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме 300000000 м/с. Подставляя значение скорости распространения в формулу для длины волны λ в метрах. получаем: $\lambda = 300000000$ м/с / f , где f - частота, Гц.

Длину волны λ в метрах и частоту f в кГц можно определить из следующих формул:

$$\lambda = 300000 \text{ км/с} / f; \; f = 300000 \text{ км/с} / \lambda.$$

Радиосвязь между двумя пунктами, расположенными на поверхности Земли, осуществляется пространственными или поверхностными волнами. Дальность распространения поверхностных волн любительского передатчика средней мощности, как правило не превышает 100 км. Связь на большие расстояния становится возможной благодаря пространственным волнам, которые отражаются от ионосферы.

Благодаря наличию электрически заряженных частиц проводящие верхние слои атмосферы обладают свойством отражать радиоволны преимущественно КВ диапазона. Область атмосферы, в которой происходит ионизация, называется ионосферой. Существует два четко выраженных максимума ионизации: один на высоте от 90 до 170 км - слой E, второй на высоте от 200 до 500 км - слой F. Этот слой делится на два слоя: F1 от 200 до 300 км и F2 от 300 до 500 км. Выше ионосферы находится экзосфера, которая является преддверием космического пространства. Самый нижний слой ионосферы, слой D, формируется на высоте от 40 до 60 км. Строение ионосферы непрерывно изменяется. Изменения строения ионосферы имеют суточную, годичную периодичность, а также связаны с периодом солнечной активности, равным приблизительно 11 годам.

Слой D, находящийся в относительно плотных слоях атмосферы, имеет максимальную электронную концентрацию в дневные часы, а с заходом Солнца электронная концентрация быстро уменьшается до нулевого значения. В слое D сильное ослабление испытывают радиоволны средневолнового диапазона, а также длинноволновой части коротковолнового диапазона. Уменьшение дальности распространения в диапазонах 160 и 80 м, а также ухудшение приема средневолновых станций в дневные часы в основном объясняется поглощением этих волн в слое D. В зимние месяцы, когда слой D ионизирован слабее, наблюдается увеличение дальности распространения этих волн в дневные часы. Слой E в ночные часы частично исчезает. Волны длиной около 80 м частично поглощаются в слое E, а волны длиной около 40 м при достаточной электронной концентрации отражаются. Большое значение для распространения электромагнитных волн имеет слой F, так как благодаря ему увеличивается дальность связи на коротких волнах. Короткие волны, излучаемые антенной и проникающие в ионосферу, достигнув определенной высоты, на которой электронная концентрация достаточно велика, отражаются обратно к Земле. Чем выше частота волны, тем больше должна быть необходимая для отражения электронная концентрация. Отражения происходят с потерями энергии, причем волны, имеющие низкие частоты, испытывают большее поглощение, чем волны, имеющие высокие частоты.

Вертикальный угол излучения. Для получения наибольшей дальности связи в коротковолновом диапазоне можно указать оптимальные углы излучения антенны; они зависят от рабочей частоты передатчика, а также от высоты и электронной концентрации отражающего слоя ионосферы. Из рис. 11.1 видно, какие вертикальные углы излучения следует выбирать для пространственных волн. Если угол излучения α_1 относительно большой, то основное излучение антенны, попав в слой F2 и отразившись, возвращается на Землю на сравнительно небольшом расстоянии от передатчика. Работа с такой антенной

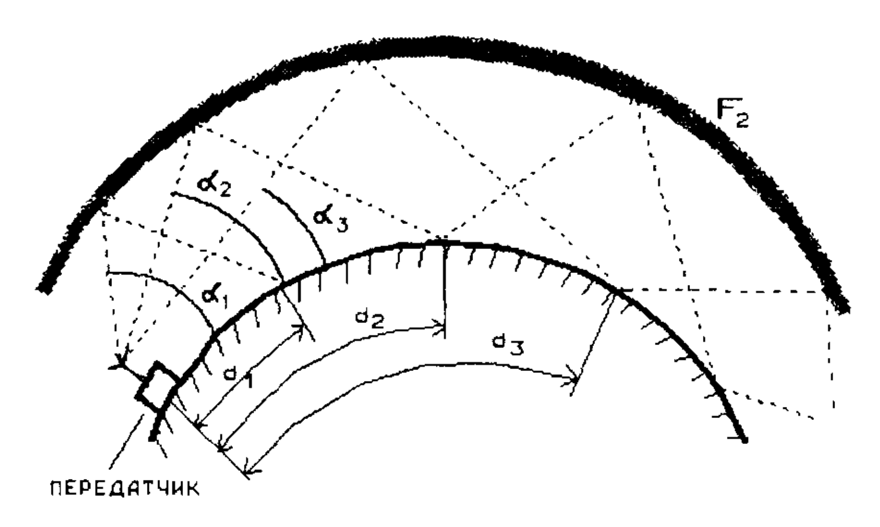


Рис. 11.1 Вертикальный угол излучения и его влияние на дальность распространения электромагнитных волн.

обеспечивает уверенную связь на небольших расстояниях, но не дает возможности проводить дальние связи. Антенна с несколько более пологим углом излучения дает значительно большее расстояние (скачок) d2.

С увеличением числа скачков увеличивается дальность связи. Однако при этом следует учитывать, что каждый скачок уменьшает энергию радиоволн, так как каждое прохождение через ионизированные слои сопровождается поглощением. Очевидно, что для дальних связей оптимальным является очень пологий угол α_3.

11.2 ФИЗИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН.

Если в поле некоторого заряда Q_0 поместить пробные электрические заряды и рядом с ними пробные магниты (рис 11.2), то мы увидим, что при изменении величины или при перемещении основного заряда начнут перемещаться не только электрические заряды q, но и пробные магниты m. По характеру перемещения последних нетрудно убедиться, что оно произошло под действием магнитных сил, направление которых перпендикулярно направлению электрических сил.

Отсюда можно сделать вывод, что любое изменение величины или положения электрических зарядов вызывает одновременное изменениеэлектрического и магнитного полей, которое распространяется с оченьбольшой, но конечной скоростью во все стороны от данной точки. Действие возникающих

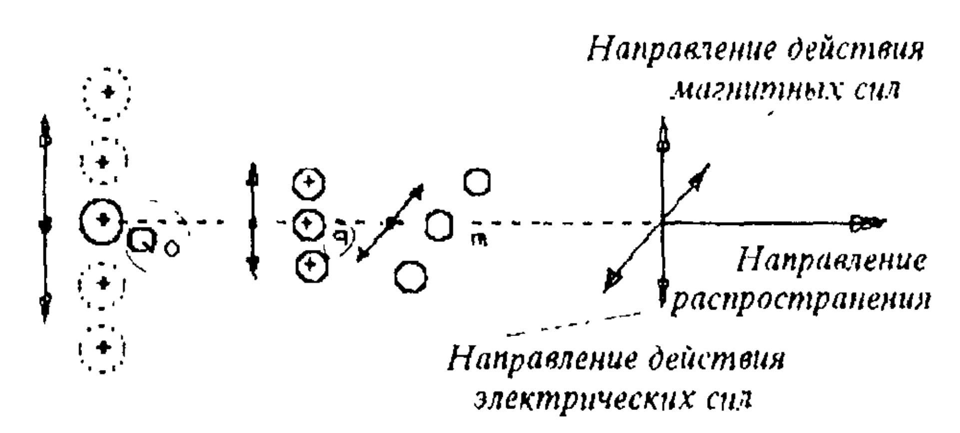
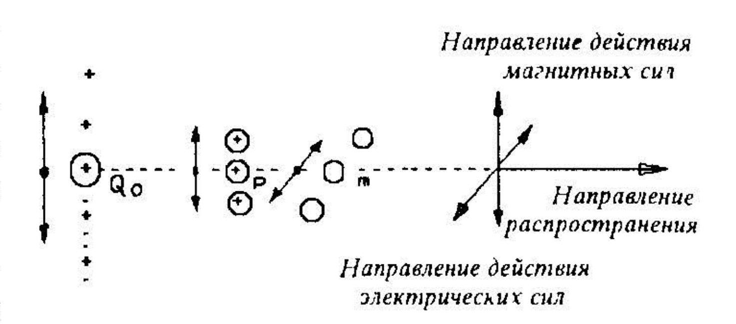


Рис. 11.2 Направление движения электрических зарядов q и пробных магнитов m при перемещении заряда Q_0

при этом электрических и магнитных сил происходит в двух взаимно перпендикулярных направлениях, перпендикулярных направлению распространения данного возмущения.



Распространение изменяющегося поля связано с переносом энергии в пространстве. Эта энергия получила название энергии электромагнитного поля или просто электромагнитной энергии.

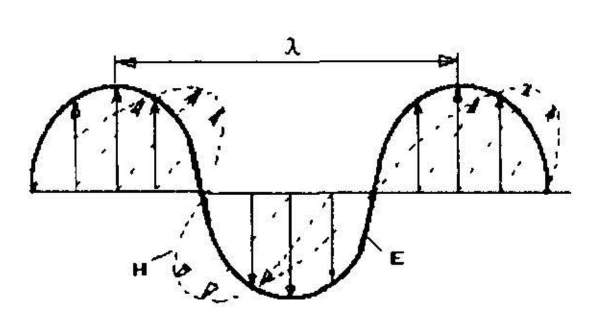


Рис. 11 3 Распределение напряжеиности магнитного H и электрического E полей в пространстве

Если в некоторой точке пространства периодически изменяется электрический или магнитный заряд, то от него во все стороны распространяются периодические изменения электрического и магнитного полей, которые и принято называть электромагнитными волнами.

На рис. 11.3 показано распределение напряженности электрического поля E и магнитного поля H, создаваемых электромагнитной волной в пространстве в некоторый момент времени. Расстояние между двумя ближайшими точками пространства, в которых напряженность электрического или магнитного поля одинакова, (т.е. изменяется на 2π), и есть длина электромагнитной волны λ.

Если к линейному проводнику прикладывается переменная э.д.с. передатчика, то свободные электроны, содержащиеся в металле проводника, приходят в периодическое колебательное движение.

Такой линейный проводник, питающийся переменной э.д.с., является простейшей передающей антенной - устройством, преобразующим энергию источника переменной э.д.с. в энергию электромагнитных волн.

В приемном пункте необходимо решить обратную задачу, т.е. преобразовать энергию электромагнитной волны в энергию переменных токов. Для этого достаточно поместить в переменное электромагнитное поле линейный проводник. В этом случае линейный проводник будет являться приемной антенной, преобразующей энергию электромагнитной волны в энергию переменного тока.

Антенное устройство чаще всего является резонансной системой.

Как и у всякого преобразователя энергии, одним из основных параметров, характеризующих его работу, является к.п.д. Он позволяет судить о том, какая доля подводимой мощности электрических колебаний преобразуется в мощность электромагнитных волн.

Антенна излучает энергию не одинаково в различных направлениях или, иначе говоря, обладает известными направленными свойствами. Направленные свойства антенн принято характеризовать диаграммами направленности, показывающими в относительных единицах, с какой интенсивностью антенна излучает энергию в различных направлениях.

Антенна может располагаться по отношению к Земле горизонтально или вертикально, в связи с чем будут образовываться электромагнитные волны горизонтальной или вертикальной поляризации.

Вопрос о поляризации имеет в радиотехнике весьма существенное значение. Так, например, если в поле горизонтально поляризованных волн поместить вертикальную приемную антенну, то величина наведенной э.д.с. будет совсем незначительной.

11.3 ФИДЕРНЫЕ ЛИНИИ.

Только в переносных малогабаритных радиостанциях возможно непосредственное подключение антенны к приемо-передатчику, во всех остальных случаях между антенной и приемо-передатчиком необходимо включить фидерную линию, которая должна служить для передачи высокочастотной энергии с минимальными потерями и без паразитного излучения.

Применяемые в радиотехнике фидеры с электрической точки зрения являются длинными линиями.

Длинными линиями принято называть электрические линии, длина которых соизмерима с длиной распространяющихся вдоль них волн.Они могут быть длиной в несколько десятков сантиметров, а в некоторых случаях их длина может измеряться десятками метров.

Важнейшим электрическим параметром линии является ее комплексное сопротивление Z. Волновое сопротивление линии в режиме бегущей волны имеет чисто активный характер и обозначается ρ (ро). Линию можно представить в виде соединения индуктивностей и емкостей, распределенных по ее длине (рис.11.4).

Индуктивность L и емкость C, приходящиеся на единицу длины линии, называются погонными индуктивностями и емкостями. Разбив условно всю линию на элементарные единичные участки, можно изобразить эквивалентную электрическую схему длинной линии в виде представленном на рис. 11.4.

Волновое сопротивление в основном зависит от поперечных размеров линии и вида применяемого диэлектрика между проводниками линии. Обычно встречаются волновые сопротивления от 30 до 600 Ом.

Высокочастотные линии, имеющие волновое сопротивление от 30 до 300 Ом, изготовляются промышленностью в виде ленточных и коаксиальных кабелей (рис.11.5 и рис. 11.6). Волновое сопротивление коаксиального кабеля можно определить по формуле:

$Z0 = 138 \lg\frac{D}{d}$, а двухпроводной линии $Z_0 = 276 \lg \frac{2D}{d}$,

или с помощью графика (рис. 11.7).

Линия, нагруженная на активное сопротивление. Если линия нагружена на активное сопротивление, то известная доля энергии всегда поглощается в нем, и вдоль линии происходит перенос энергии. Если сопротивление нагрузки

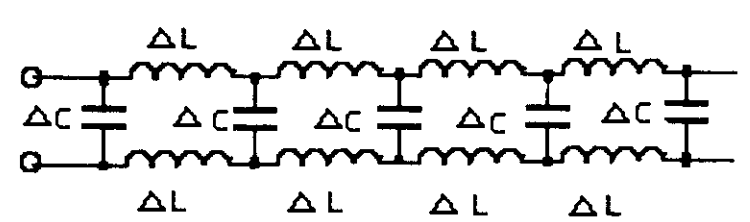


Рис 11 4 Эквивалентная электрическая схема двухпроводной линии

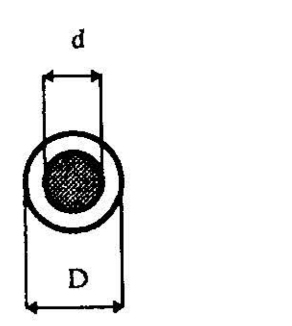


Рис. 11 5. Коаксиальная линия.

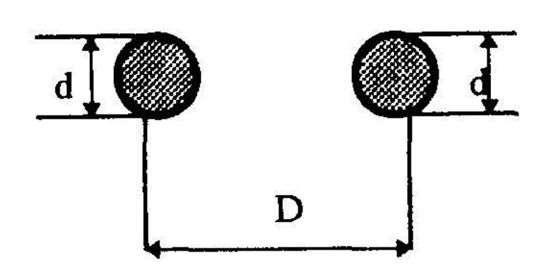


Рис. 11.6 Двухпроводная линия.

Z0 Двухпроводнаяная линия

600 500 400 300 200 100 Ом

90 80 70 60 50 40 30 20

D/d

10 9 8 7 6 5 4 3 2

110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 Ом

Z0 Коаксиальная линия

Рис. 11.7. Определение волнового сопротивления Z_0

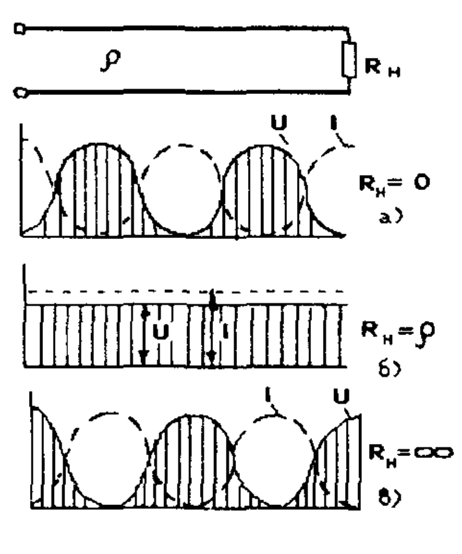


Рис.11.8

отличается от волнового сопротивления линии, то часть энергии падающей волны отражается обратно к источнику. При этом в линии возникают стоячие волны, которые характеризуют потери в линии, и только часть энергии источника, выделяемая в сопротивлении нагрузки, является полезной. Конечная цель согласованной нагрузки - создать в линии бегущую волну, т.е. передать всю энергию источника в нагрузку, которой является антенна. Входное сопротивление линии может иметь активную и реактивную составляющие. Придавая различное значение величине Rн, можно легко построить картину распределения напряжения и тока в линии (рис.11.8). При замыкании линии накоротко (рис. 11.8, а), где Rн = 0, коэффициент отражения равен максимуму и в линии образуются только стоячие волны. С увеличением сопротивления нагрузки до Rн = ρ, где ρ - волновое сопротивление линии, коэффициент отражения будет равен нулю, в линии установится только бегущая волна и вся энергия источника передается в нагрузку (антенну) рис. 11.8,б. Таким образом, условие согласования линии с нагрузкой состоит в том, что последняя должна иметь чисто активный характер и быть равной волновому сопротивлению линии. На рис. 11.8,в. рассмотрен вариант, когда нагрузка Rн = ∞, т.е. отключена, и в линии образуются стоячие волны, как и в случае рис. 11.8,а., только фаза отраженной волны изменилась на 180° В результате максимумы и минимумы стоячих волн поменяются местами. На практике степень согласования фидерной линии с нагрузкой определяется с помощью измерительных приборов, которые будут рассмотрены в отдельной главе. Существуют два варианта измерений. В промышленности принято измерять коэффициент бегущей волны(КБВ), а в любительской практике измеряют коэффициент стоячей волны (КСВ). В первом случае градация прибора от 0 до 1, где единице соответствует наилучшее согласование линии с нагрузкой, т.е. в линии образуется бегущая волна, а нулевое значение указывает максимальное значение стоячей волны. При пользовании любительским методом измерения КСВ прибор градуируется от 0 до 10 и после вычисления, о котором будет рассказано в описании КСВ-метра, показание, равное нулевому значению отраженной волны, соответствует наилучшему согласованию линии с нагрузкой.

11.4 ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ИЗЛУЧАЮЩИХ УСТРОЙСТВ.

При использовании проводов в качестве линии передачи всегда стремятся сделать так, чтобы система была не излучающей. Рассматривая противоположную задачу, разведем провода линии на некоторый угол и получим V-образную симметричную антенну, а разводя их дальше, получим ромбическую антенну. Если развернуть провода на 180 градусов - получим симметричный вибратор (диполь).

Исключая компенсирующее действие второго провода линии, укорачивая или вовсе ликвидируя его - получим так называемый несимметричный

вибратор. К этому классу антенн принадлежат Г-образные, Т-образные антенны и ряд других. При питании этих антенн второй зажим генератора (передатчика) заземляется, т.е. земля играет роль второго провода. Все антенны, использующие данный принцип работы, относятся к классу несимметричных антенн.

11.5 АНТЕННЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ.

Симметричный вибратор. Симметричный вибратор можно представить как длинную линию, разомкнутую на конце, провода которой развертнуты на 180 градусов. Простейшей, часто употребляемой антенной является полуволновый вибратор. Симметричный полуволновый вибратор показан на рис. 11.9. Симметричный полуволновый вибратор требует симметричного питания. К нему может быть подключена несимметричная фидерная линия в виде коаксиального кабеля, но только через симметрирующее устройство, о котором будет рассказано в параграфе 11.7.

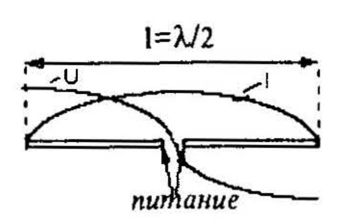


Рис. 11.9 Распределение тока и напряжения по длине полуволнового вибратора.

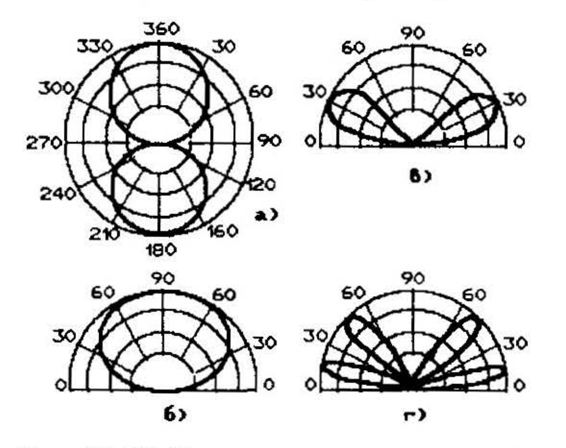


Рис. 11.10 Диаграммы направленности полуволнового вибратора в горизонтальной и вертикальной плоскости

Питание полуволнового вибратора производится в пучности тока (геометрическом центре) и входное сопротивление равно сопротивлению излучения. Теоретически входное сопротивление полуволнового вибратора равно 73 Ом, но это значение определено в предположении, что проводник антенны бесконечно тонкий и антенна расположена бесконечно высоко над Землей. На рис.11.10,а. дана диаграмма направленности полуволнового вибратора в горизонтальной плоскости. Она представляет восьмерку. Перпендикулярно к антенне два максимума излучения, а вдоль оси вибратора к 90-му и 270-му градусу - два минимума. С этих сторон не будет ни приема, ни излучения при передаче. В литературе обычно приводятся значения ослабления в этих направлениях, которые достигают 38-40 дБ, что составляет ослабление в 80-100 раз. Угол излучения в вертикальной плоскости зависит от высоты подвеса антенны над Землей. При высоте расположения антенны $\lambda/4$ (рис. 11.10,б.) излучение будет вертикально вверх, а при высоте $\lambda/2$ (рис. 11.10,в.) излучение будет под углом 30 градусов к горизонту. Такая высота подвеса антенны является наилучшей. Увеличивая высоту расположения антенны до 1λ, получим два лепестка, как на диаграмме рис. 11.10,г. Нижний лепесток, имеющий 12-15 градусов, будет обеспечивать связь с дальними корреспондентами, а тот, который имеет 45-50 градусов, - с ближними. Правда, мощность передатчика при этом будет делиться на два излучения.

Нередко перед радиолюбителями встает вопрос, как влияет металлическая и железобетонная крыша, на которой большей частью устанавливают

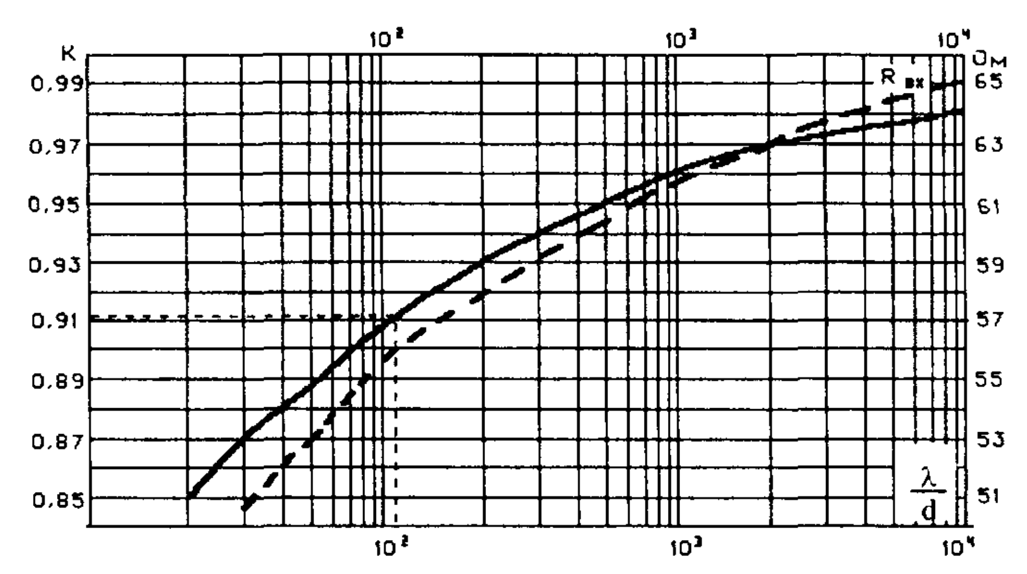


Рис. 11.11 График коэффициента укорочения полуволнового вибратора и его входное сопротивление в зависимости от отношения λ/d.

антенны, на диаграмму излучения в вертикальной плоскости. Влияют, но их нельзя рассматривать как идеальную Землю.

Чтобы можно было поставить знак равенства между крышей и идеальной Землей, эта поверхность должна иметь, как минимум площадь равную λ^2.

В диапазоне КВ и УКВ диаметр провода полуволнового вибратора редко бывает меньше 2 мм, при этом входное сопротивление антен-ны находится в интервале от 60 до 65 Ом. По графику (рис.11.11) можно определить входное сопротивление Rвх полуволнового вибратора в зависимости от отношения λ/d. Обе величины берутся в одинаковых единицах, в метрах или сантиметрах.

Определяя геометрические размеры полуволнового вибратора, рассмотрим различие между "электрической" и "геометрической" длинами вибратора.Фактически электрическая и геометрическая длины вибратора равны только в том случае, когда проводник антенны становится бесконечно тонким. С помощью графика определяется коэффициент укорочения вибратора в зависимости от отношения λ/d.

Антенна может быть выполнена не только из тонкого провода диаметром 2 - 4 мм, но и из медных или дюралюминиевых труб различного диаметра. При меньшем диаметре проводника антенны она более узкополосна, а при большем диаметре ее полоса пропускания Δf увеличивается. Это необходимо учесть, когда диапазон перекрытия велик. Например, для диапазона 28,0 - 29,7 МГц или на УКВ участках 144 - 146 Мгц и 430 - 440 МГц.

Пример. Необходимо найти геометрическую длину полуволнового вибратора для частоты 145 МГц для трубки диаметром 20 мм, из которой будет изготовлена антенна. Для частоты 145 МГц, $\lambda = 206$ см. Получаем соотношение $\lambda/d 206:2,0 = 103$ По графику находим $K = 0,91$ (на графике обозначено пунктиром). Тогда требуемая длина полуволнового вибратора равна: $\lambda/2 \times K = 103 \times 0,91 = 93,7$ см. Антенны для диапазонов 160, 80, 40 и 30 метров, имеющие большую длину, можно изготовить из биметалла, который широко используется в проводном радиовещании. Стальная жила такого провода покрыта толстым слоем меди и провод имеет большую прочность. Такой провод быват диаметром 3 - 4 мм. В Таблице 11.1 приведены размеры полуволновых вибраторов.

Таблица. 11.1

Размеры полуволновых вибраторои

Диапазон, м	F средняя, МГц	(, м	(/2, м	Длина антенны при К=0,95; м
160	1,880	159,57	79,78	75,79
80	3,600	83,33	41,66	39,58
40	7,050	42,55	21,27	20,21
30	10,125	29,62	14,81	14,07
20	14,150	21,20	10,60	10,07
16	18,118	16,55	8,28	7,86
15	21,150	14,18	7,09	6,73
12	24,940	12,03	6,01	5,71
11	27,000	11,11	5,55	5,27
10	28,300	10,60	5,30	5,03
2	145,000	2,07	1,03	0,98
0,7	435,000	0,68	0,34	0,327

У полуволновых антенн с питанием в середине (рис. 11.9) на концах вибратора образуются пучности напляжения U и минимумы тока I. Это свидетельствует о том, что на концах полуволнового вибратора большое сопротивление. При питании полуволнового вибратора с конца надо избрать другую схему питания. Антенна включается через согласующее устройство. В качестве согласующего устройства следует избрать П- образный контур, входное сопротивление которого может быть равно волновому сопротивлению коаксиального кабеля, т.е. 60 - 75 Ом. На рис. 11.13 приведена такая схема включения антенны.

В современном градостроении большей частью сооружаются дома повышенной этажности. Это можно использовать при сооружении антенного хозяйства радиолюбителя.

Для установки антенны на крыше дома необходимо получить разрешение от соответствующих служб.

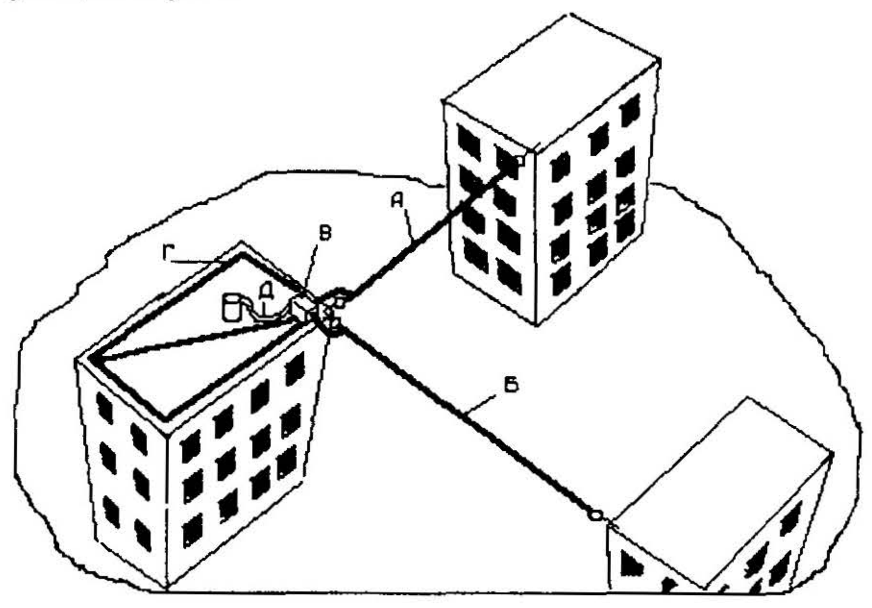


Рис. 11.12 Расположение антенн диапазона 160 м

Антенна для диапазона 160 метров. На рис. 11.12 изображены две антенны типа полуволновый вибратор, расположенные под углом 90 градусов. Переключая эти антенны, можно охватить все направления. Антенны А и Б имеют одинаковую длину.

Их длина по таблице11.1 составляет 75,79 метров. Для согласования высокоомного входа полуволнового вибратора, питаемого с конца, с фидером, выполненным из коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 60 - 75 Ом, необходимо построить согласующее устройство в виде П-образного контура, настроенного на среднюю частоту этого диапазона. П-образный контур размещается в металлической водонепроницаемой коробке, на которой устанавливаются: высокочастотный коаксиальный разъем для подключения коаксиального кабеля фидера, два или три высокочастотных проходных изолятора, рассчитанных на большое ВЧ напряжение, и клемма для подключения "противовеса", выполненного в виде прямоугольника по периметру крыши - Г. Его длина некритична. Фидер Д можно разместить в вентиляционном канале, идущем в вашу квартиру. На Рис.11.13 изображена схема согласующего устройства. В металлической коробке размещаются: ВЧ дроссель, реле Р1, Р2, конденсаторы С1, С2, катушка L и диоды Д1, Д2. Реле постоянного тока низковольтное, любого типа, но его переключающие контакты должны быть высокочастотными, рассчитанными на коммутацию высокого напряжения. Такие реле использовались в радиостанциях РСБ-5 или другого типа. Питание реле осуществляется по коаксиальному кабелю. При подаче положительного напряжения включается реле Р1, а отрицательного - Р2. Реле Р2 можно использовать для подключения еще одной антенны, причем ее входное сопротивление должно быть низкоомным. Например, полуволнового вибратора с питанием в середине или четвертьволновой вертикальной антенны. Конденсатор С1 для диапазона 160 м - 1700 пФ, рассчитанный на соответствующую реактивную мощность. Конденсатор С2 - переменной емкости - до 300-350 пФ. Он должен иметь большой зазор между пластинами, так как между ними будет большое ВЧ напряжение. Ось конденсатора выводится за пределы коробки для удобства настройки согласующего устройства. Катушка индуктивности L - 20 мкГн. ВЧ дроссели намотаны на керамических каркасах диаметром 20 мм, проводом ПЭЛШО 0,3 - 0,35 мм. Длина намотки 120 мм виток к витку. Со стороны подключаемой к ВЧ линии

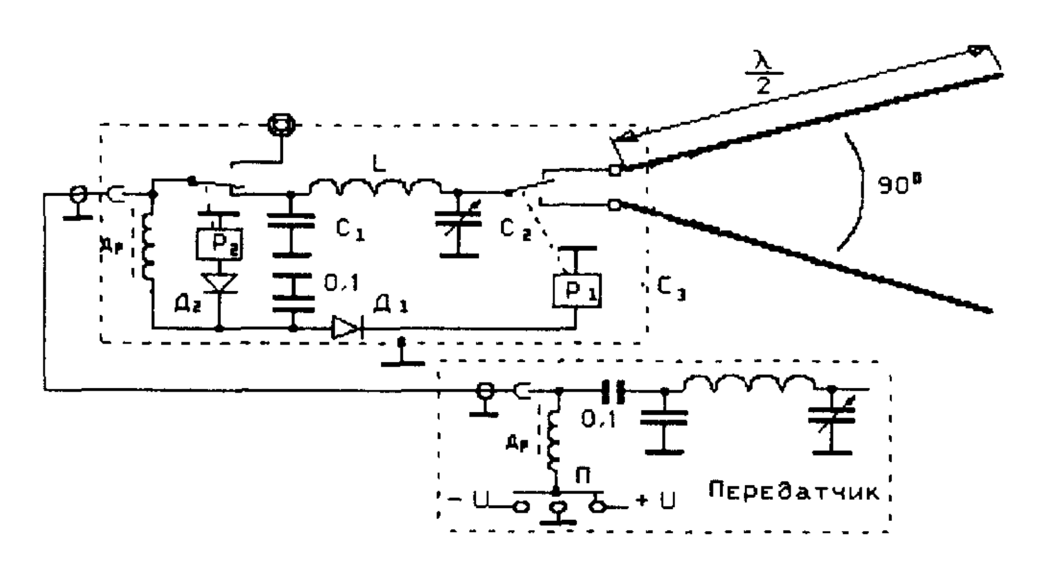


Рис. 11.13 Схема подключения антенн.

на длине 10-12 мм витки дросселя разрежены для уменьшения межвитковой емкости. Катушка L содержит 30 витков провода ПЭВ 2,0, намотанных на каркасе 100 мм из высокочастотного материала.

Настройка согласующего устройства производится следующим образом. На вход устройства от передатчика подводится мощность 8-10 Вт. Настройкой конденсатора С2 добиваются резонанса. Контроль можно осуществлять с помощью индикатора поля или по свечению неоновой лампы. Следует учесть, что настройка может быть на гармонику, т.е. на 80-метровый диапазон. Лучше всего контроль настройки вести с помощью гетеродинного измерителя резонанса (ГИРа), тогда ошибка сводится к минимуму.

Подобная антенна может быть выполнена и для других диапазонов, и не только полуволновой. Она может представлять собой гармониковую антенну. В таком случае ее длина должна быть равной некоторому количеству полуволн, что рассчитывается по формуле:

$$l = \frac{150(n-0,05)}{f};$$

где l - искомая длина в метрах; n - число полуволн рабочей волны;

f - средняя частота диапазона в МГц.

Например. Необходимо рассчитать гармониковую антенну для диапазона 40 метров. Возьмем четыре длины полуволны.

$$l = \frac{150 \times (4-0,05)}{7,050} = \frac{592,5}{7,050} - 84,04 \text{ м}$$

Из приведенного примера видно, что антенна 160-метрового диапазона может использоваться и как гармониковая антенна для других диапазонов, если установить дополнительный П-образный контур, настроенный на выбранный диапазон.

Антенны для диапазонов 80 и 40 метров. Уже многие годы у радиолюбителей популярна антенна Inverted Vee (перевернутая V) рис. 11.14.

Она может быть однодиапазонной или двухдиапазонной. При двухдиапазонном варианте она имеет два преимущества. Требуется только одна мачта и в отличие от диаграммы излучения полуволнового вибратора, расположенного горизонтально, имеет еще излучение и вдоль оси антенны с вертикальной поляризацией, поскольку наклонена к Земле.

Каждая из антенн яляется симметричным полуволновым вибратором и при питании их несимметричным коаксиальным кабелем требуется симметрирующее устройство. При его отсутствии диаграмма излучения искажается, КСВ становится большим, что свидетельствует о больших потерях в фидере и, кроме того, внешняя оплетка кабеля начинает излучать и создавать помехи TV. Обе антенны можно соединить параллельно, но лучшим вариантом является раздельное питание через реле, как в описании антенны для 160 - метрового диапазона. Части А и Б антенны 80 - метрового диапазона по 18,72 м, а В и Г по 9,65 м. Симметрирующий элемент Д располагается ближе к

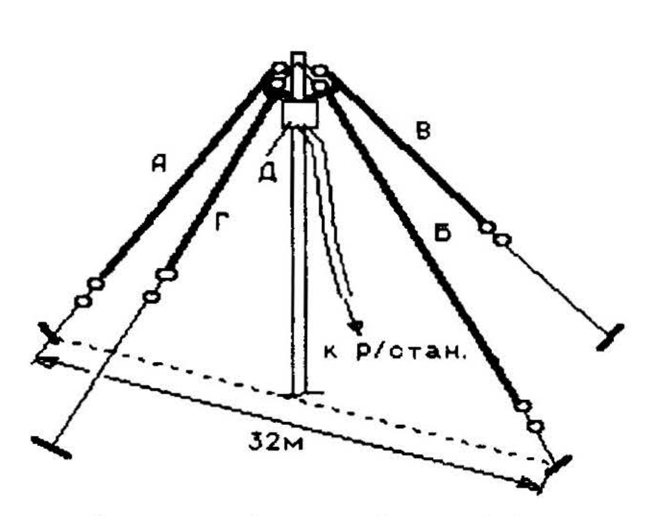


Рис. 11.14 Антенна Inverted Vee.

месту подключения фидера к антеннам, там же могут размещаться и коммутирующие реле. Мачта имеет высоту 16 м, а расстояние между точками крепления оттяжек 80-метрового диполя указаны на рисунке. Желательно чтобы концы диполя находились на высоте не менее 1,5 м над поверхностью. Симметрирующий элемент изображен на рис. 11.27,в.

Для этих диапазонов и более высокочастотных может быть рекомендована многодиапазонная антенна, созданная радиолюбителем W3DZZ. Эта антенна является резонансным, симметричным вибратором на 80 и 40 м. В связи с тем, что любительские диапазоны кратны один другому, эта антенна возбуждается и на гармониках, т.е. на 20, 15 и 10 м диапазонах. Она простая, не очень большой длины и обеспечивает работу на всех любительских диапазонах, начиная с 80 м. Ее вид изображен на рис. 11.15. Индуктивность катушек L1 и L2 - 8,3 мкГн, а емкость конденсаторов - 60 пФ. Контура L1 C1 и L2 C2 являются фильтр-пробками, настроенными на частоту 7050 кГц. Катушки L1 и L2 имеют диаметр 50 мм, намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 2 мм, и содержат 19 витков на длине 80 мм. Измерение резонансной частоты этих контуров можно проконтролировать с помощью ГИРа. Рабочее напряжение конденсаторов должно быть 3....5 киловольт. Роль фильтра-пробки заключается в том, что на частоте резонанса реактивное сопротивление контура составляет несколько килоом. Контур, включенный в разрыв провода антенны при работе на 40-метровом диапазоне, возбуждается и создает очень большое сопротивление, что как бы отключает часть антенны. В результате, рабочими участками остаются две половины вибратора по 10,07 м, что равно $\lambda/2$ этого диапазона. На рис.11.15,а. дана конструкция контура с самодельным высоковольтным конденсатором. Он состоит из дюралюминиевой трубки диаметром 30 мм и длиной 120 мм, являющейся первой обкладкой конденсатора, и стержня 4 диаметром 8 мм, имеющим на концах резьбу М8 мм. Изоляционные втулки 3 изготовляются из полистирола или фторопласта. С одной стороны на трубку надевается кольцо 5 из дюралюминия, к которому крепится один конец катушки L. Второй конец этой же катушки крепится к фланцу 2, соединяющемуся со стержнем 4. Стержень 4 стягивает втулки 3 и является второй обкладкой конденсатора. Зазор между фланцем 2 и торцом трубки должен быть большим 8-9 мм, т.к. между ними будет большое высокочастотное напряжение. Скоба 1 увеличивает расстояние между проводником антенны А и торцом стержня Б во избежании пробоя. Симметрирующий элемент В рассмотрен в параграфе 11.7. После завершения изготовления контура необходимо его настроить на частоту 7050 кГц. Это осуществляется растяжением или сжатием катушки L. Резонансные частоты антенны W3DZZ 3,7; 7,05; 14,1; 21,2 и 28,4 МГц. Для питания антенны используется коаксиальный кабель

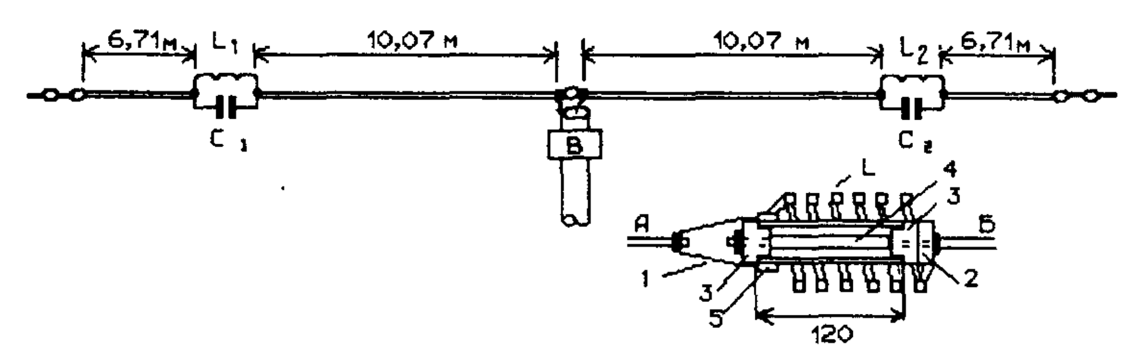


Рис. 11.15 Многодиапазонная антенна W3DZZ.

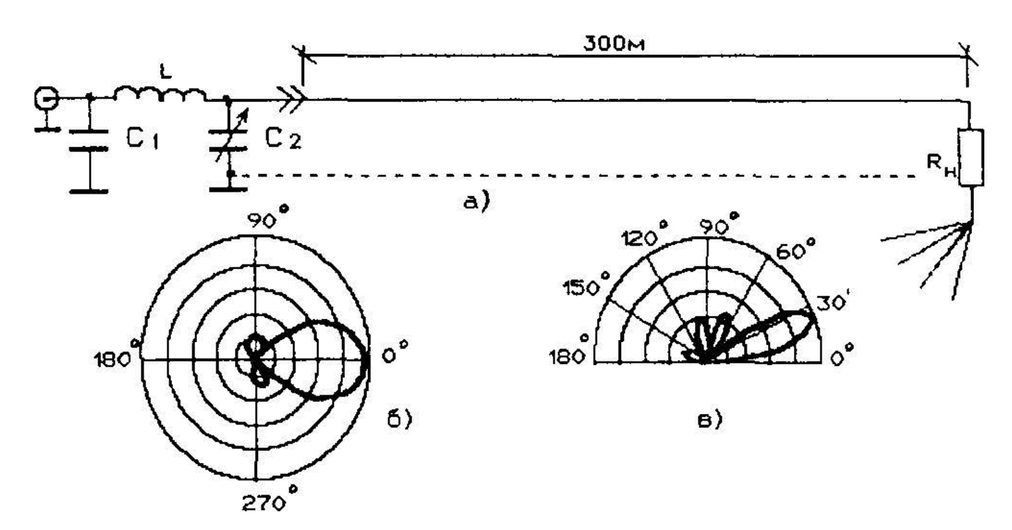


Рис. 11.16 Антенна АБВ и диаграммы излучения.

с волновым сопротивлением 75 Ом соответствующего типа, с учетом мощности передатчика.

Антенна бегущей волны. Радиолюбителями мало уделяется внимания антенне бегущей волны (Бевереджа) рис.11.16. Эта антенна имеет и другое название - АБВ.

Она относится к числу малошумящих антенн направленного излучения. АБВ - антенну хорошо использовать в сельской местности, где имеется большая площадь для ее размещения. Антенна имеет длину 300 м. С небольшим ухудшением параметров на 160-м диапазоне ее можно укоротить до 200 м, а на 80 - метровом диапазоне до 100 - 120 м. В конце она нагружается на резистор сопротивлением 600 Ом соответствующей мощности. Высота подвеса 3 - 4 м. Противовес-заземление закапывается на небольшую глубину под антенной. Она может работать на всех любительских диапазонах. Входное сопротивление антенны 600 Ом. Ее подключают к передатчику непосредственно, а при использовании коаксиального кабеля - через согласующее устройство, как например при питании антенны160 - метрового диапазона (рис.11.13). В таблице 11.2 даны значения С1 С2 и индуктивности L для диапазонов 160 и 80 метров, на которых выгодно иметь направленное излучение для связи с DX кореспондентами.

При работе на эту антенну необходимо соблюдать осторожность, т.к. провод антенны находится под высоким высокочастотным напряжением. Диаграмма рис. 11.16,б. показывает угол излучения в горизонтальной, а рис. 11.16,в. в вертикальной плоскости.

Рамочные антенны. Переходя к рассмотрению рамочных антенн, остановимся на том, что представляют собой эти антенны. До этого было рассказано об однопроводных, одноэтажных антеннах. Диаграмма излучения в горизонтальной плоскости полуволнового вибратора изображена на рис. 11.17,в.(пунктиром).Теперь рассмотрим вариант, когда два полуволновых вибратора расположены один над другим на расстоянии $\lambda/4$, которым подадим питание

Таблица 11.2

Диапазон, м	С1, пФ	С2, пФ	Индуктивность, мкГн
160	4000	1200	7,3
80	2000	600	3,2

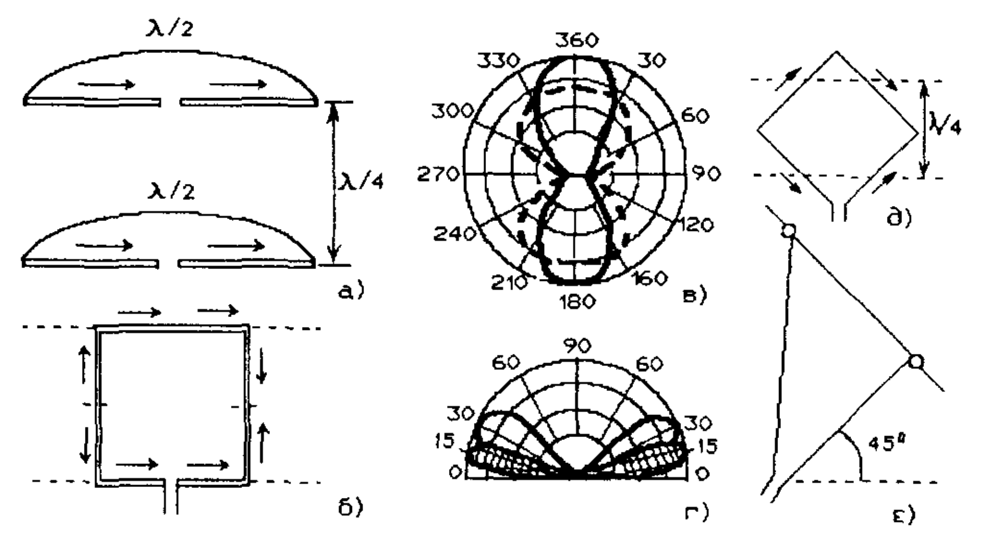


Рис. 11.17. Диаграммы излучения полуволнового вибратора

синфазно. В результате чего получим диаграмму направленности в горизонтальной плоскости более вытянутую рис.11.17,в., чем у одиночного вибратора Таким образом, усиление двух синфазных антенн больше. Диаграмма направленности этих синфазных антенн в вертикальной плоскости будет иметь меньший угол излучения (заштрихованные лепестки на рис. 11.17,г) , чем при одном вибраторе, у которого угол излучения равен 30 градусов. Преобразуем эти две антенны в квадрат, соединив концы полуволновых вибраторов, как на рис. 11.17,б. Параметры этой новой антенны повторяют двухэтажную синфазную антенну. Для нее характерно высокое усиление при малом угле излучения к горизонту, что обеспечит DX связи. На рис.11.17, д. приведена модификации рамочной антенны. Она отличается только геометрическими формами и расположением в пространстве. Входное сопротивление рамочных антенн 110-120 Ом. Отдельно следует сказать о рамочной антенне, изображенной на рис. 11.17,е. Эта антенна обладает всеми параметрами, о которых было сказано, но отличается тем, что располагается не вертикально, а под углом 45 градусов к поверхности. Такой вариант расположения рамочной антенны может быть рекомендован для диапазонов 160, 80 и 40 метров. За счет наклона один из лепестков диаргаммы больше прижимается к горизонту, и в том направлении, куда наклонена антенна, можно проводить DX связи. При расчете рамочных антенн их периметр равен: $l = \lambda \times 1{,}02$ Пример. Рассчитать периметр рамочной антенны для F = 3,65 МГц. $\lambda = 300000 : 3650$ кГц $= 82{,}19$ м.

$$l = 82.19 \text{ м. } \times 1.02 = 83{,}83 \text{ м.}$$

В радиолюбительской литературе была опубликована рамочная антенна английского радиолюбителя G3AQS для диапазона 80 метров, на частоту 3,8 МГц. На рис.11.18 приведена такая антенна, пересчитанная на частоту 3,65 МГц. Ее размеры даны на рисунке. Симметрирующий широкополосный трансформатор имеет следующие данные.

На каркасе 60 мм из высокочастотного материала намотана катушка виток к витку в два провода диаметром 1,8 мм с второпластовой изоляцией. Количество витков 7. В симметрирующем трансформаторе выводы 1 и 3 - начало обмотки, 2 и 4 - концы.

Статичиая многоэлементная антенна. Такую антенну можно установить, если расположение зданий удобно для этого. На рис. 11.19 изображена

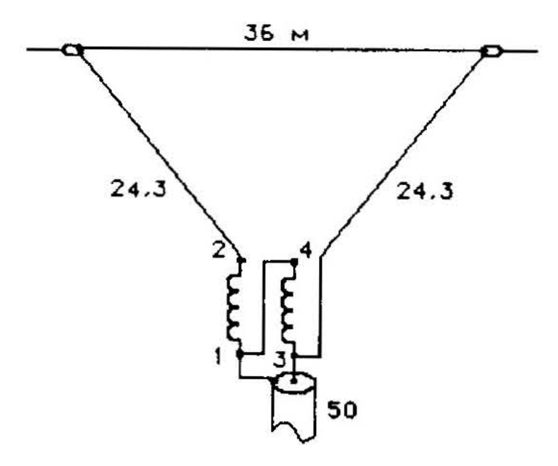


Рис 11.18 Рамочная антенна G3AQS

семиэлементная проволочная антенна "волновой канал". В качестве активного элемента может быть выбран петлевой вибратор. Ее размеры на 40 - метровый диапазон: А - 21,91м; Б - 19,91м; В,Г,Д - по 18,38м; Е,Ж - по 17,91м. Расстояние между элементами: АБ - 8,51м, а между остальными по 5,1м. Симметрирующий элемент - С изображен на рис.11.27 в. Активный вибратор может быть и другой конструкции,например, как на рис.11.13. Тогда согласующее устройство будет иметь следующие параметры· конденсатор С1 - 250 пФ, индуктивность катушки L - 5,2 мкГн, конденсатор С2 - до 120-150 пФ. Противовес - заземление опускается вниз вдоль стены здания В земле укладывается металлическая труба или лист металла, к которой и подсоединяется противовес-заземление. Такая антенна имеет коэффициент усиления 11-12 дБ, что значительно увеличит возможности связей с DX корреспондентами.

Антенны высокочастотных диапазонов. К ним относятся коротковолновые антенны для диапазонов 20, 15, 11 и 10 м, а также любительские УКВ антенны. Антенны этих диапазонов имеют такие размеры, которые позволяют создавать вращающие антенны направленного излучения. Антенны вообще, а для высокочастотных диапазонов особенно, должны быть резонансными. Широкодиапазонные антенны UW4HW-"морковки", диполи Надененко и другие, которые были опубликованы в литературе, неэффективны. Они трудно согласуемы с фидером и имеют низкий КПД. Лучшим вариантом могут служить антенны направленного излучения. Они могут быть вращающимися или статичными с переключением диаграммы направленности.

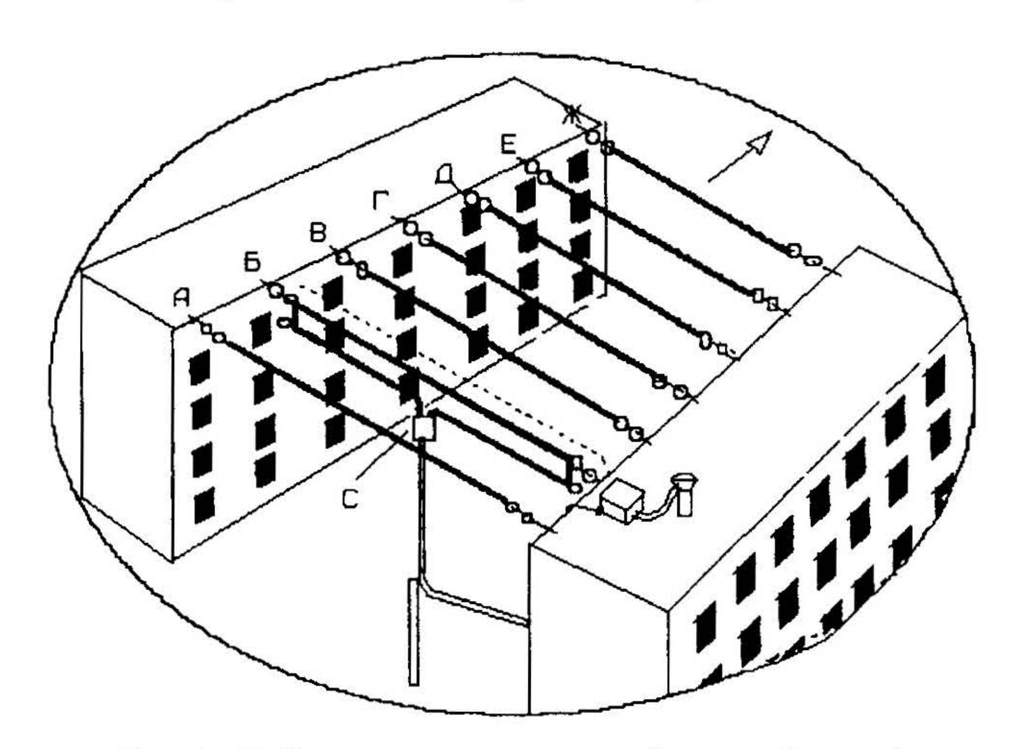


Рис. 11.19 Семиэлементная антенна "волновой канал"

Для получения направленного излучения в технике коротких и ультракоротких радиоволн используют системы пассивных элементов, определенным образом расположенных друг относительно друга. Токи в них протекают либо в фазе, либо в противофазе. Если провода, несущие противофазные токи, разнести на расстояние, соизмеримое с длиной волны, система станет излучающей. Однонаправленное излучение получается, когда в излучателях, расположенных на расстоянии в четверть волны друг от друга, токи сдвинуты по фазе один относительно другого на четверть периода. Пассивный вибратор может играть роль зеркала (рефлектор), либо наоборот, направлять излучение на себя. В этом случае пассивный элемент называют директором. Волна, излученная антенной и падающая на рефлектор, наводит в нем значительные токи. Если наведенный ток будет опережать по фазе на 90 градусов ток в антенне, то рефлектор будет выполнять свои функции, не требуя самостоятельного питания. Нужный сдвиг фаз всегда можно установить соответствующей настройкой рефлектора, заключающейся в подборе его длины. При этом рефлектор может представлять для наведенных токов активное, емкостное или индуктивное сопротивления, в результате чего токи в нем окажутся на тот или иной угол сдвинуты по фазе по отношению к возбуждающей волне. Однако вследствие того, что ток, наведенный в рефлекторе, всегда меньше тока в антенне, полной компенсации излучения назад достигнуть не удается. Поэтому диаграмма направленности антенны с таким рефлектором всегда будет несколько хуже диаграммы антенны с питаемым рефлектором.

Однодиапазонная многоэлементная антенна. Простейшая 3 - элементная антенна "волновой канал" изображена на рис. 11.20. Ее коэффициент усиления равен 8 дБ, а входное сопротивление - 75 Ом. Для того чтобы иметь такое входное сопротивление, удобное для согласования с коаксиальным кабелем такого же волнового сопротивления, потребовалось применение петлевого вибратора. Для некоторых диапазонов размеры даны в таблице 11.3.

Трехдиапазонная многоэлементная антенна. Эта антенна была предложена литовским радиолюбителем, бывшим UP2NK. Она работает на 20- 15- и 10-метровом диапазонах. Эта антенна чуть меньше полноразмерной. Общий вид антенны изображен на рис. 11.21:1,2,3 - элементы 15 - и 20 - метровых диапазонов; 4,5,6 - элементы 10 - метрового диапазона; 7 - траверса антенны; 8 - вертикальные стойки; А - γ (гамма) согласующие элементы; Б, В - оттяжки; 9 - орешковые изоляторы; 10- двухпроводные линии; 11- конденсаторы γ элементов; 12 - изоляторы; L - контур. Антенна на каждом диапазоне имеет по 3 элемента. Элементы 1, 2 и 3 (рис. 11.21,а.) представляют собой директор, вибратор и рефлектор диапазонов 20 и 15 метров. Директор 10 - метрового диапазона 4, активный вибратор 5 и рефлектор 6 размещены на траверсе отдельно. Каждая из антенн питается по отдельному кабелю с волновым

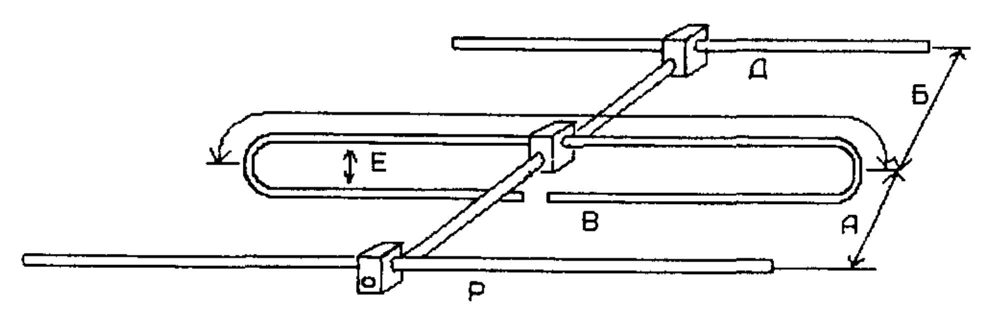


Рис. 11.20 Трехэлементная антенна "волновой канал"

Таблица. 11.3

Размеры антенн "волновой канал"

Средняя частота, МГц	Вибратор, м	Рефлектор, м	Директор, м	А, м	Б, м	Е, мм
14,150	10,176	10,812	9,667	4,240	3,180	63
21,200	6,792	7,216	6,452	2,830	2,122	42
27,000	5,332	5,666	5,066	2,222	1,666	33
28,400	5,070	5,387	4,816	2,112	1,584	31
145,0	0,992	1,055	0,943	0,413	0,310	20
435,0	0,689	0,331	0,314	0,138	0,103	20

сопротивлением 50-75 Ом У основания мачты устанавливается релейный переключатель, позволяющий подключать одну из антенн к общему фидеру, идущему к радиостанции. Конструкция активных элементов диапазонов 20 и 15 метров изображена на рис. 11.22,а. На траверсе в центре элементов 1,2 и3 рис. 11.21,а. устанавливаются вертикальные стойки 8 высотой 950 мм. Они предназначены для крепления оттяжек Б, В, которые выполнены из биметалла или медного провода диаметром 4-5 мм. Эти оттяжки являются частью элементов 20 - метрового диапазона. К стойкам директора и рефлектора оттяжки крепятся через орешковые изоляторы 9. Оттяжки Б и В на директоре и рефлекторе около изоляторов образуют двухпроводную линию длинной 300 мм с расстоянием между проводами 50 мм. В конце линии располагается перемычка 10, с помощью которой осуществляется настройка директора и рефлектора 20 - метрового диапазона. На активном элементе в верхней части стойки укрепляется площадка из изоляционного материала, на которой устанавливается катушка L, имеющая 7 витков диаметром 35 мм, намотанная проводом ПЭВ-2 диаметром 3 мм. Средний виток этой катушки заземлен Центральная жила коаксиального кабеля этого диапазона подключается к концу катушки, а экран к стойке. Таким образом, активный элемент 20-метрового диапазона состоит из двух оттяжек, к концам которых подсоединены два отрезка длиной по 950 мм, выполненных из трубки диаметром 8 мм,

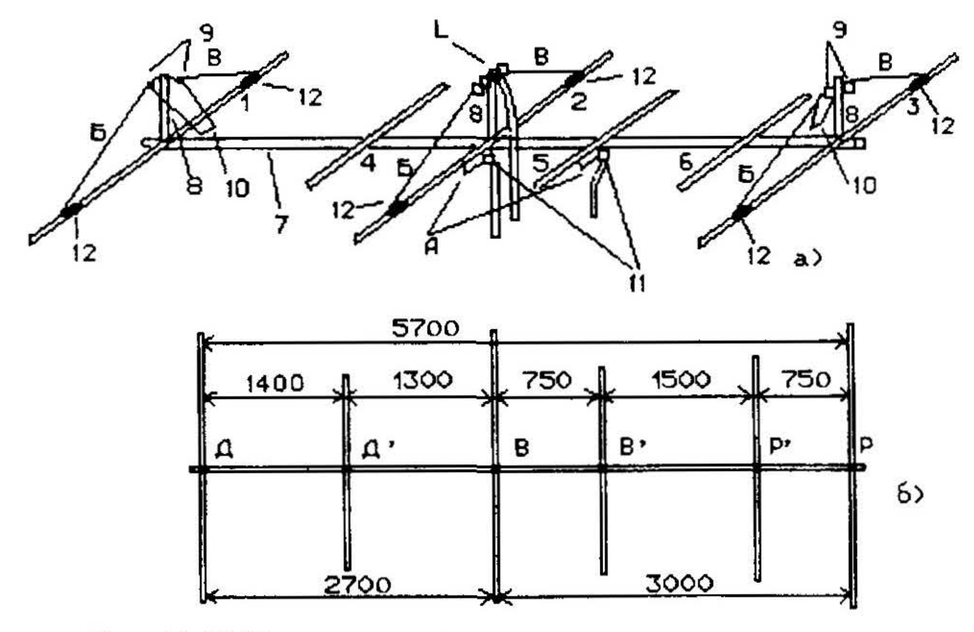
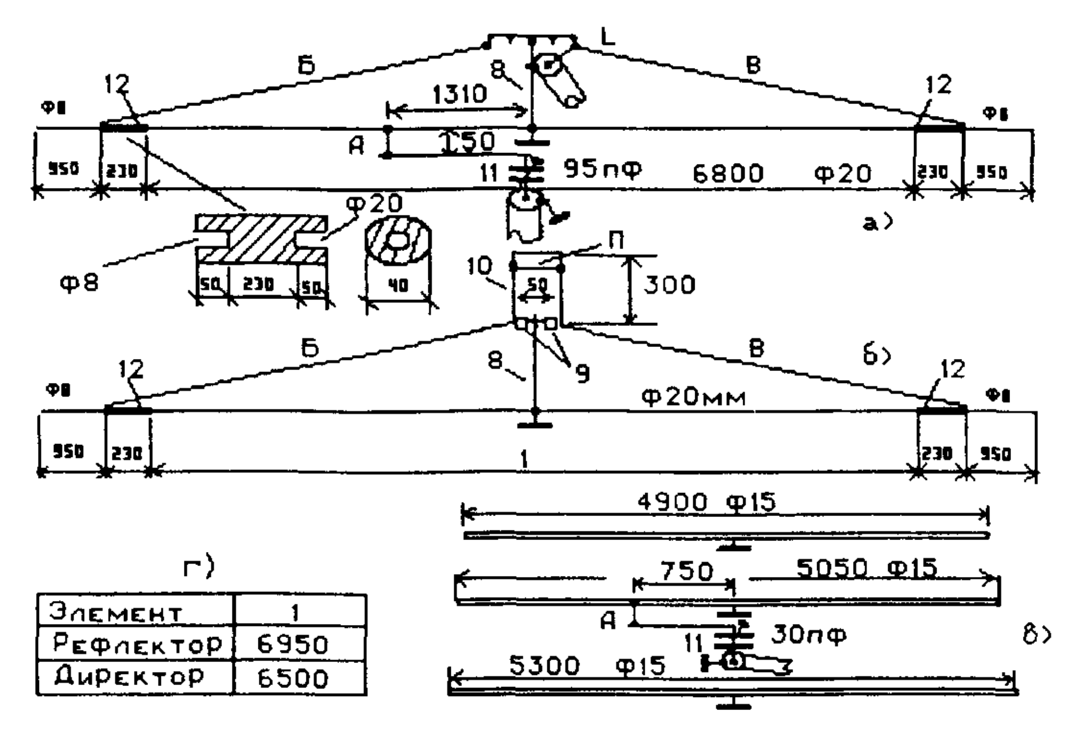


Рис 11.21 Трехдиапазонная многоэлементная антенна



Элемент	1
Рефлектор	6950
Директор	6500

Рис. 11 22 Конструкция трехдиапазонной антенны

и удлиняющей катушки L. Активный элемент 15-метрового диапазона выполнен из дюралюминиевой трубки диаметром 20 мм. На концах вибратора укреплены изоляторы 12, изготовленные из текстолита. Их размер указан на рис. 11 22,а. Антенна этого диапазона подключена к фидеру через γ согласующий элемент, размеры которого указаны на рис.11.22. Конденсатор переменной емкости, с помощью которого осуществляется согласование фидера с антенной, должен быть помещен во влагонепроницаемую коробку. Таблица на рис. 11.22,г показывает размеры директора и рефлектора 15-метрового диапазона. Размеры элементов 10-метрового диапазона указаны на рис. 11.22,в. Антенна этого диапазона подключается к фидеру также через γ согласующий элемент А Он выполнен из трубки диаметром 12 мм.

Траверса антенны изготовлена из дюралюминиевой трубы диаметром 50...70 мм. Установочные размеры элементов на траверсе указаны на рис. 11 21,б. Элементы 10- метрового диапазона обозначены Д'- директор, В'-активный вибратор, Р'- рефлектор.

По данным автора, коэффициент усиления антенны на 20 м - 7 дБ, на 15 м - 7,5 дБ, на 10 м - 9 дБ. Отношение вперед - назад (front to back) на 20 м - 17 дБ, на 15 м - 19 дБ, на 10 м - 23 дБ КСВ на всех диапазонах не хуже 1,2. Ширина диаграммы в горизонтальной плоскости 50-70 градусов.

Трехдиапазонная антенна "Двойной квадрат". Одной из "дальнобойных" рамочных направленных антенн является антенна "Двойной квадрат" (рис.11.23) Она представляет собой двухэтажную синфазную антенну. Одна рамка этой антенны является активным вибратором, на которую подается питание, а вторая рамка - пассивный рефлектор. Автор этого раздела в течение нескольких десятилетий использовал такую антенну. В отличии от многих подобных конструкций предлагаемая антенна целиком выполнена из металла. Для антенны создаются два крестообразных основания. Вертикальная часть креста цельнометаллическая из дюралюминиевых труб диаметром 25 мм, а горизонтальная состоит из отдельных частей, выполненных из таких же труб,

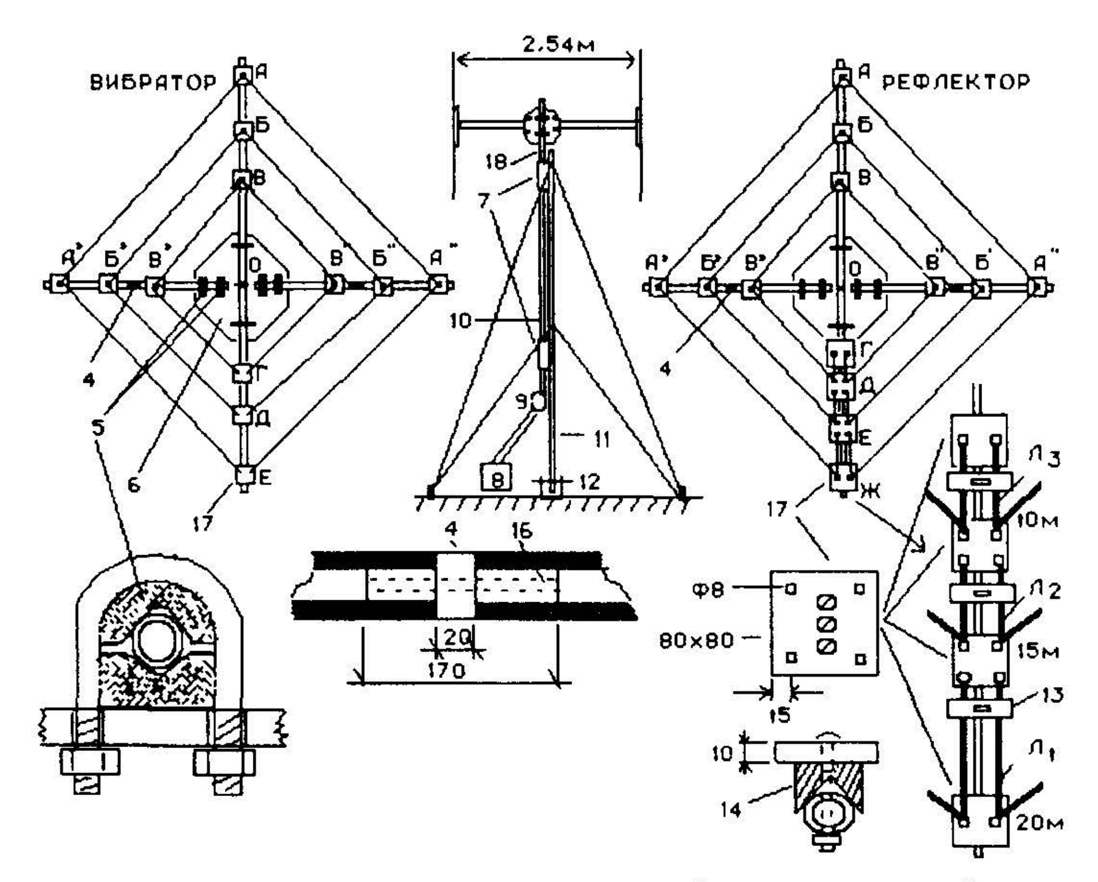


Рис. 11.23 Трехдиапазонная антенна "Двойной квадрат".

соединенных между собой через текстолитовые изоляторы 4, внутри которых вставлены стальные стержни 16 диаметром 10 мм, создающие прочность этих изоляторов. Концы горизонтальных труб в середине креста крепятся к фланцам 6 через изоляционные вставки 5, изготовленные из текстолита. Фланцы 6 сделаны из твердого дюралюминия толщиной 10-12 мм и имеют размеры 300x300 мм, в центре устанавливаются цилиндрические бужи, которыми крепится фланец к траверсе. Разделение на части горизонтальных элементов конструкции необходимо для того, чтобы в поле горизонтальной поляризации не находились элементы конструкции, электрические длины которых близки к $\lambda/2$ и $\lambda/4$ выбранных диапазонов, т.к. нахождение таких

Таблица 11.4

Размеры трехдиапазонной антенны "Двойной квадрат"

Диапазон, м	20	15	10	
Активный элемент, м				
Сторона	5,29	3,57	2,57	
Общая длина рамки	21,16	14,28	10,28	
Установочный размер	ОЕ = 3,74	ОД = 2,52	ОГ = 1,82	
Рефлектор, м				
Сторона рамки	5,4	3,67	2,66	
Общая длина рамки	21,6	14,68	10,64	
Двухпроводная линия	1,22	0,8	0,6	
Общий периметр	24,04	16,28	11,84	
Установочный размер	ОЖ = 3,82	ОЕ = 2,59	ОД = 1,88	ОГ = 1,1

величин в поле излучателей ухудшит диаграмму направленности, коэффициент усиления и отношение излучения вперед - назад. На рис. 11.23 приведены некоторые конструктивные данные этой антенны, а размеры рамок и установочные данные размещения изоляторов указаны в таблице 11.4. Приведенные в таблице размеры идентичны для всех сторон, т.к. А-А"=А"-Е, ОВ"=ОВ' и т.д. Диаметр трубы траверсы 70 мм. Расстояние между рамками 2,54 метра, т.е. на 20-метровом диапазоне 0,12 λ, на 15 метровом 0,18λ, на 10 метровом 0,24λ. Рамки антенн выполнены из биметалла диаметром 3 мм. Опорные изоляторы фарфоровые. Они используются на электрических силовых щитах. Концевые изоляторы самодельные, изготовленные из оргстекла толщиной 10-12 мм. На этих изоляционных площадках устанавливаются болты М8. Изоляционные площадки крепятся к трубе через выравнивающие М-образные подставки 14, изготовленные из дюралюминия, которые обеспечивают большую устойчивость этих площадок в момент ветровых нагрузок. Данная конструкция работала в течение 22 лет без профилактик и ремонтов. Антенна располагалась на мачте 11 высотой 5 м на крыше многоэтажного дома. К мачте прикреплены латунные подшипники скольжения 7. К вращающейся части мачты 18 крепится траверса антенны. Редуктор 8 находился у основания мачты и передавал вращение через шарнирное соединение 9. Около редуктора был установлены сельсин- датчик и ограничитель поворота антенны, который позволял совершать только один оборот антенны. Вал редуктора имел скорость 2 оборота в минуту. К каждой активной рамке подходит свой 75-омный коаксиальный фидер. Элементы настойки рефлектора (Л1,Л2,Л3) представляют собой двухпроводную линию, выполненную из медного провода диаметром 2 мм. Элемент настройки рефлектора 13 - это две медных пластины, перемыкающие двухпроводную линию. Они имеют направляющие канавки и соединены между собой пружинящими болтами. Эти направляющие позволяют перемещать замыкающую пластину вдоль линии. На пластинах имеется щелеобразная прорезь, в которую входит ключ, расположенный на конце настроечной штанги. С помощью такого устройства быстро осуществляется настройка рефлектора по лучшему отношению излучения вперед-назад. Процесс настройки будет изложен в главе измерения. Мачта имеет два яруса оттяжек с 4 сторон. Четырехстороннее расположение оттяжек облегчает подъем антенны. У основания мачты имеется шарнирное устройство .

УКВ антенны направленного излучения. На УКВ диапазонах мощность передатчиков невелика и, чтобы связь была надежной, необходимо излучаемую мощность направить на нужного корреспондента. Эту задачу позволяют решить направленные антенны с высоким коэффициентом усиления. Рассмотрим несколько антенн подобного типа. На рис.11.24,а. изображена 6-элементная антенна "волновой канал" для диапазона 145 МГц.. Активный вибратор и рефлектор выполнены в виде двойного квадрата. Эта антенна хорошо согласуется с 75-омным фидером без симметрирующего элемента. Экран кабеля подключается к точке А, а центральная жила к точке Б. Коэффициент усиления этой антенны 12 дБ, а входное сопротивление 75 Ом. Отношение вперед-назад более 30 дБ.

На рис.11.24,г,д. приведены некоторые размеры 14- элементной антенны "волновой канал" на частоту 435 МГц. Размеры элементов и расстояния между ними даны в таблице 11.5.

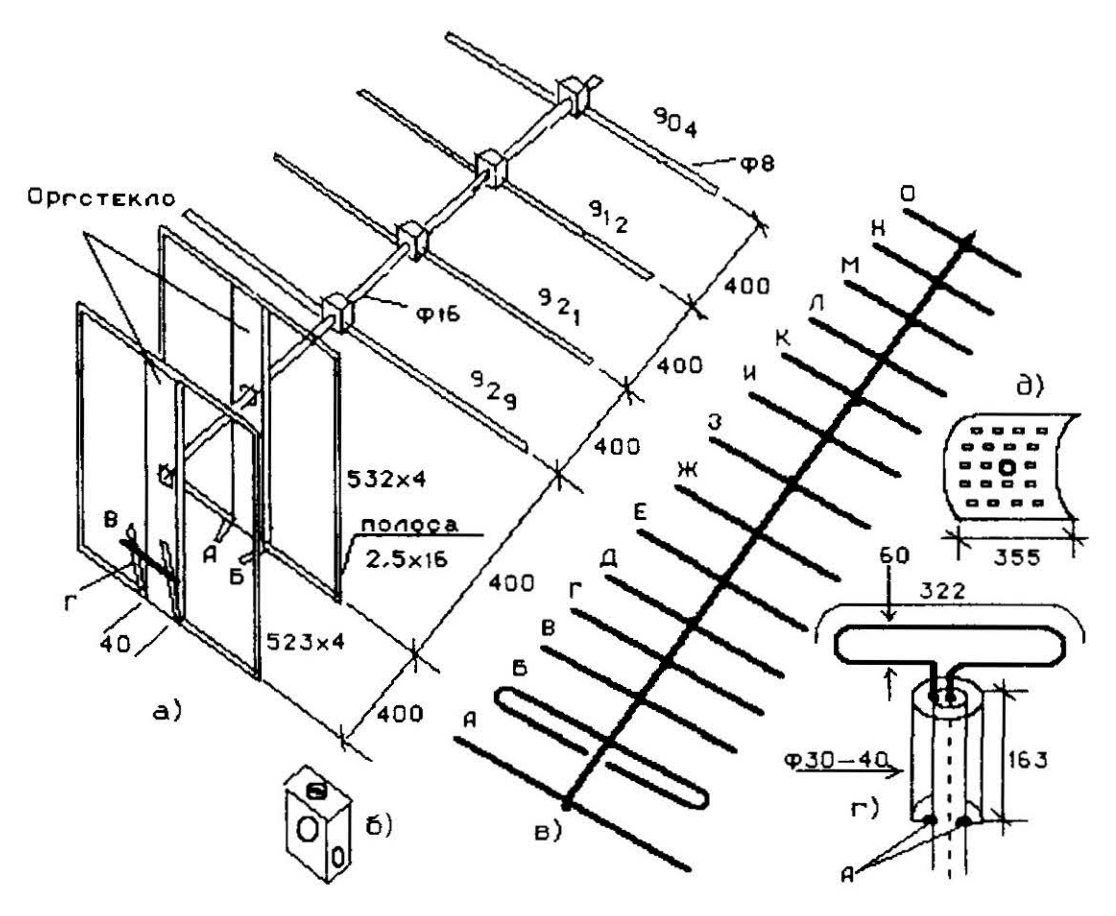


Рис 11 24 УКВ антенны.

Таблица 11.5

Элемент	А	Б	В	Г,Д	Е,Ж,З	И,К,Л,М,Н,О
Длина, м	0,355	0,322	0,314	0,298	0,290	0,279
Расстояние между элментами, м	АБ = 0,138 БВ = 0,103 ВГ = 0,082 и далее 0,082					

Она отличается от предыдущей тем, что в качестве активного элемента применен петлевой полуволновый вибратор. На рис. 11.24,г. показано включение симметрирующего элемента. Коэффициент усиления антенны 16 дБ. Входное сопротивление 75 Ом. Симметрирующее устройство представляет собой четвертьволновый цилиндр диаметром 30-40 мм. Его лучше изготовить из латуни или меди, но в крайнем случае можно применить тонкостенную дюралюминиевую трубку. Особое внимание следует уделить соединению цилиндра с оплеткой кабеля (А). Рефлектор может быть выполнен в виде изогнутого экрана рис.11.24,д. Это даст лучшие параметры отношения излучения вперед-назад. Крепление элементов этих антенн к траверсе можно осуществить, используя дюралюминиевые кубики (рис. 11.24,б).

11.6 ВЕРТИКАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ.

Эти антенны относятся к категории малоэффективных антенн, но имеют свои особенности. Такие антенны имеют вертикальную поляризацию и равномерную круговую диаграмму в горизонтальной плоскости. Малоэффективность вертикальных антенн, покажем на простом примере. Предположим, что к антенне подведена мощность передатчика 100 Вт. Поскольку антенна

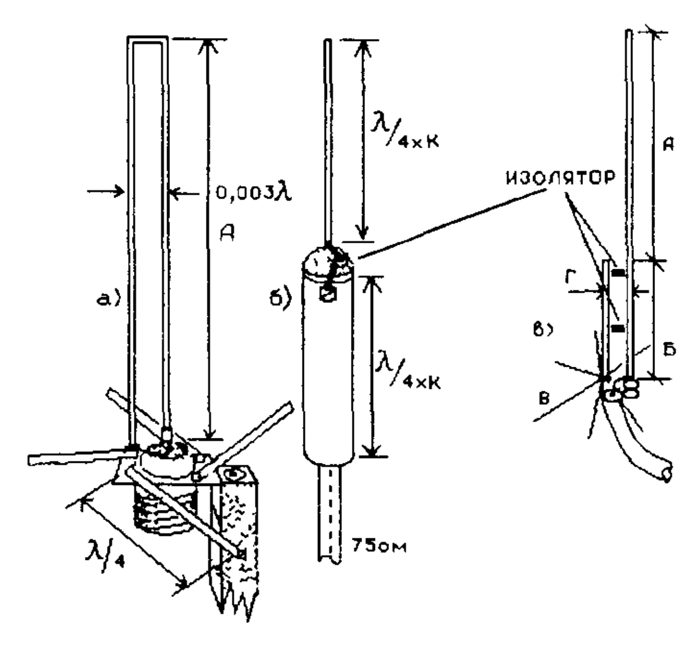


Рис.11.25 Вертикальные антенны

имеет равномерную круговую диаграмму в горизонтальной плоскости, то на каждый градус окружности приходится 1/360 часть мощности, т.е 100 · 360 = 0,277 Вт Таким образом, в сторону корреспондента будет направлена эта мощность, а остальная 99,72 Вт будет бесполезной.

В зависимости от длины и высоты расположения вертикальной антенны над Землей угол излучения в вертикальной плоскости может быть малым к горизонту, что обеспечит дальние связи. На рис. 11.25 приведено несколько типов вертикальных антенн. На практике большей частью вертикальные антенны имеют длину $\lambda/4$. Это обусловлено тем, что четвертьволновая вертикальная антенна, имеющая входное сопротивление 37 Ом, может согласовываться с низкоомным коаксиальным кабелем. Рассмотрим несколько вертикальных антенн, которые могут использоваться радиолюбителями на КВ, СИ-БИ и УКВ диапазонах. Одна из более удобосогласуемых четвертьволновых антенн это петлевая антенна. Ее входное сопротивление равно 73 Ом. Антенна изображена на рис. 11.25,а., а ее размеры для различных диапазонов даны в таблице 11.6. Коэффициент укорочения этой антенны равен 0,97 - 0,98 и мало зависит от диаметра труб. У этой антенны должны быть обязательно противовесы. Они могут быть выполнены на УКВ диапазонах из трубок, а на КВ диапазонах из 3-4 мм медных или биметаллических проводов. Их длина равна длине вибратора, т.е. $\lambda/4$. КСВ этой антенны не хуже 1,2.

Хорошие результаты дает так называемая "коаксиальная антенна" (рис.11.25,б). Ее входное сопротивление также 73 Ом. Она хорошо согласуется с несимметричным коаксиальным кабелем за счет того, что согласующим устройством является нижняя часть антенны. Такая антенна может быть рекомендована для диапазонов СИ-БИ, 28 , 145 и 435 МГц. Ее конструкция изображена на рис. 11.25,б. Нижняя часть антенны выполняется из дюралюминиевой трубы диаметром большим, чем толщина кабеля, а ее длина

Таблица. 11.6

Размеры петлевых антенн.

Диапазон - Мгц	Средняя частота - Мгц	Длина А
14	14,150	5,14 м
21	21,200	3,43 м
27	27,000	2,69 м
28	28,300	2,57 м
144	145,000	0,505 м
432	435,000	0,168 м

Таблица 11.7

Размеры антенны Боич-Бруевича.

Частота, Мгц	Размер А	Б	В	Г
27,0	5,22 м	2,70 м	2,5м	50мм
145,0	0,942 м	0,503 м	0,5м	30мм
435,0	0,324 м	0,167 м	0,17м	20мм

определяется по графику рис. 11.11 в зависимости от диаметра трубы. Длина верхнего вибратора также зависит от его диаметра и рассчитывается по тому же графику.

Незаслуженно забыта вертикальная антенна, предложенная в 30-е годы российским ученым профессором М.А.Бонч-Бруевичем. Эта антенна (рис. 11.25,в.) состоит из двухпроводной четвертьволновой линии и полуволнового вибратора. Данная модификация этой антенны имеет входное сопротивление 73 Ом. Она хорошо согласуется с 75-омным коаксиальным кабелем, включенным напрямую, но для лучшего КСВ желательно ввести симметрирующее устройство рис. 11.27,в. В таблице 11.7, даны размеры этой антенны для диапазонов 27, 145 и 435 МГц.

Для расчета такой антенны на другие частоты можно пользоваться формулами А = 141: f МГц; Б = 73: f МГц; В = $\lambda/4$.

В некоторых случаях при вертикальной поляризации требуется осуществить направленное излучение на конкретного корреспондента. Антенна "волновой канал", установленная вертикально, имеет большие габариты и тогда можно воспользоваться оригинальной конструкцией, приведенной на рис. 11.26. Эта антенна представляет собой трех-элементную конструкцию, состоящую из четвертьволновых вертикальных вибраторов, один из которых является активным излучателем, а два других - пассивными элементами, директором и рефлектором. Причем, активный вибратор устанавливается постоянно, а директор и рефлектор могут поворачиваться вокруг оси активного элемента. От активного элемента радиально расходятся 8 противовесов длиной по $\lambda/4$. Такая антенна для СИ -БИ диапазона на 27 МГц изображена на рис.11.26. Для расчета элементов на другие частоты приводим данные. Длина активного элемента - $\lambda/4 \times 0{,}965$. Рефлектор - $\lambda/4 \times 1{,}084$. Директор - $\lambda/4 \times 0{,}69$. Активный элемент устанавливается на изоляторе. Конденсатор согласования С размещается в водонепроницаемой коробке, а его ось выводится наружу для удобства настройки. Этим конденсатором достигается согласование активного вибратора с фидером по минимальному КСВ. Расстояние между активным элементом и рефлектором 0,15 λ, а директор отстоит на 0,1 λ. Усиление антенны - 7 дБ, а отношение излучения вперед-назад 20 дБ. Рефлектор и директор укреплены на

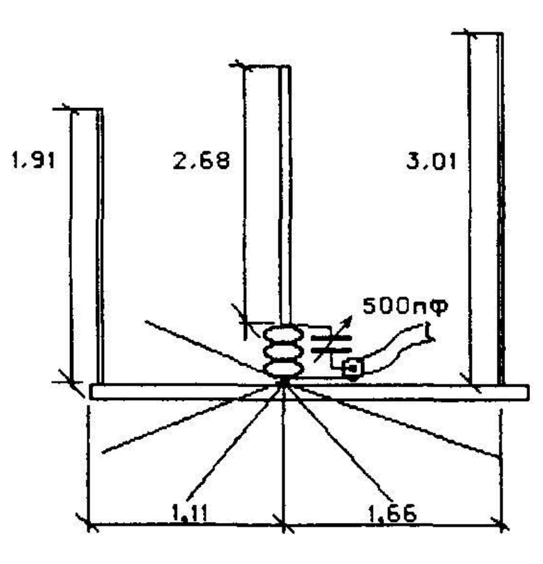


Рис 11.26 Трехэлементная вертикальная антенна.

металлической штанге длиной - 2,77 м. Штанга имеет электрическое соединение с центром радиальных противовесов.

11.7 ТРАНСФОРМИРУЮЩИЕ И СИММЕТРИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Для согласования входного сопротивления антенны с волновым сопротивлением фидерной линии в большинстве случаев требуются трансформирующие или симметрирующие элементы. Они изображены на рис. 11.27 Например для соглсования отдельной симметричной полуволновой антенны, выполненой в виде петлевого вибратора, входное сопротивление которого около 300 Ом, с 75-омным коаксиальным кабелем применяется так называемое U-колено рис. 11.27,а. Это симметрирующее и трансформирующее устройство. Коэффициент трансформации равен 4. Длина U-колена равна $\lambda/2\times K$, где $K=1:\sqrt{\varepsilon}$, где диэлектрическая постоянная $\varepsilon=2{,}3$ (полиэтилен) ,из которого сделана изоляция коаксиального кабеля. Например, для частоты 145 Мгц длина U-колена равна 0,680 м. Для симметрирования полуволнового вибратора на УКВ диапазонах можно рекомендовать симметрирующий "стакан" рис. 11.27,б. На КВ диапазонах симметрирование в широкой полосе частот можно осуществить с помощью ферритового кольца типа 1000НН. Намоткой коаксиального кабеля на ферритовое кольцо создается большое индуктивное сопротивление, как бы включенное во внешнюю оплетку кабеля (рис. 11.27,в). Габариты ферритового кольца зависят от диаметра кабеля и мощности передатчика. Еще один симметрирующий элемент показан на рис. 11.27,г. На коаксиальный кабель нанизываются ферритовые кольца 1000НН или 2000НН. Их количество также зависит от мощности, подводимой к антенне. Например, при мощности 100 Вт их число должно быть 20-25 штук.

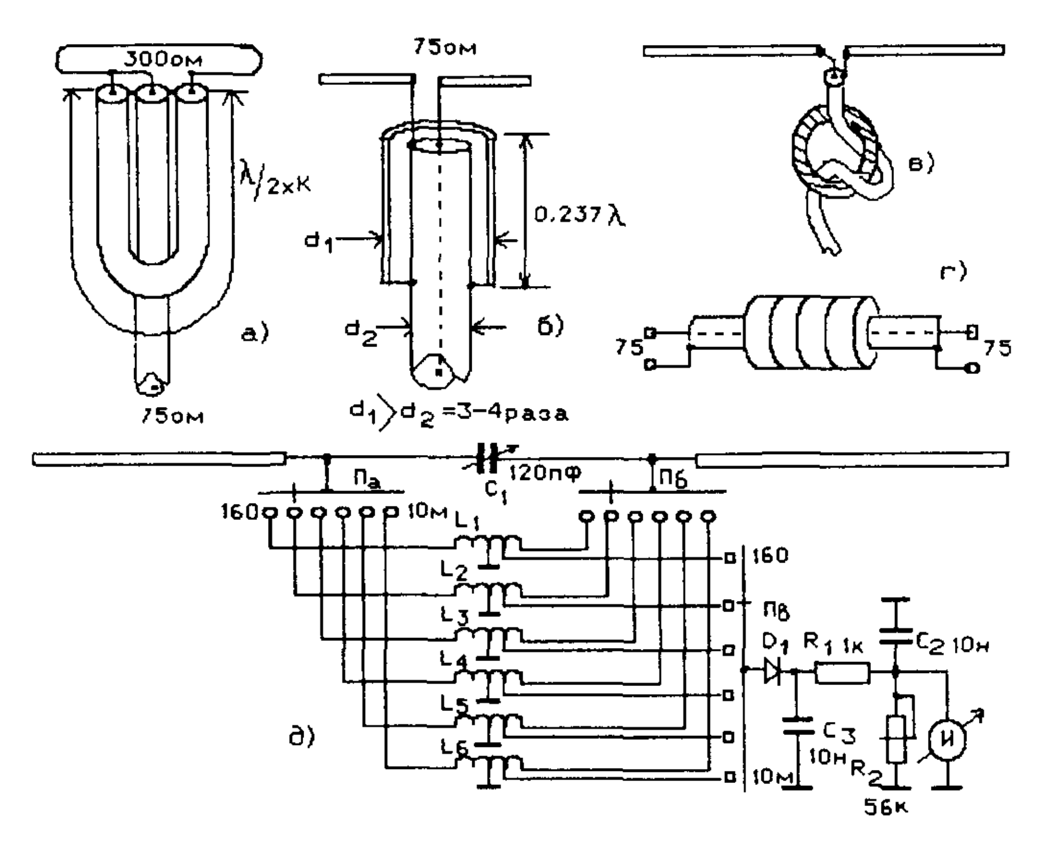


Рис 11.27. Симметрирующие элементы антенн

11.8 НАСТРОЙКА АНТЕНН И ИЗМЕРЕНИЯ.

После постройки антенны необходимо определить ее согласование с фидерной линией. В начале раздела говорилось о том, что фидерная линия должна иметь минимальные потери. Надо стремиться, чтобы вся мощность передатчика без потерь в фидерной линии передавалась антенне. Степень согласования антенны и фидера выражается коэффициентом стоячей волны - КСВ. Следует стремиться, чтобы КСВ на одном из участков диапазона был равен 1. Практически в большинстве случаев КСВ = 1,01....1,5. При КСВ = 1,5 потери составляют 5% мощности передатчика, а при КСВ = 2 - 10%. При снятии характеристики согласования в пределах одного диапазона она может иметь вид рис.11.28,а. Для измерения КСВ, радиолюбители большей частью пользуются самодельными измерительными приборами.

Один из таких приборов несложно изготовить из отрезка коаксиального кабеля того же типа, что и фидерная линия. С кабеля длиной 260 мм снимается верхняя изоляция. Под экранирующей оплеткой продергнвается провод с шелковой изоляцией ПЭЛШО 0,15 мм на длине 216 мм с отводом от середины (см. рис. 11.28,б.). Провод на всей длине должен быть изолирован от экранной оплетки. Размер двух отрезков провода по 108 мм должен быть строго выдержан. От этой длины и симметричности зависит точность показания прибора и величина трансформируемого напряжения. Гальванометр может быть на ток 60 - 100 мкА. Разъемы К1 К2 - коаксиального типа. Сопротивление резистора R1 подбирается при настройке прибора. Для проверки прибора после изготовления необходимо создать эквивалент нагрузки. Например, соединить параллельно 20 штук резисторов МЛТ 2 Вт сопротивлением по 1500 Ом. Полученный эквивалент будет иметь сопротивление 75 Ом мощностью 40 Вт. Этого вполне достаточно, чтобы кратковременно рассеять мощность 100 Вт. Подключить эквивалент нагрузки к К2, а к К1 подключить передатчик и произвести измерение КСВ. При правильно подобранном резисторе R1 получим КСВ, равный 1.Показания прибора КСВ-метра следует подставить в формулу:

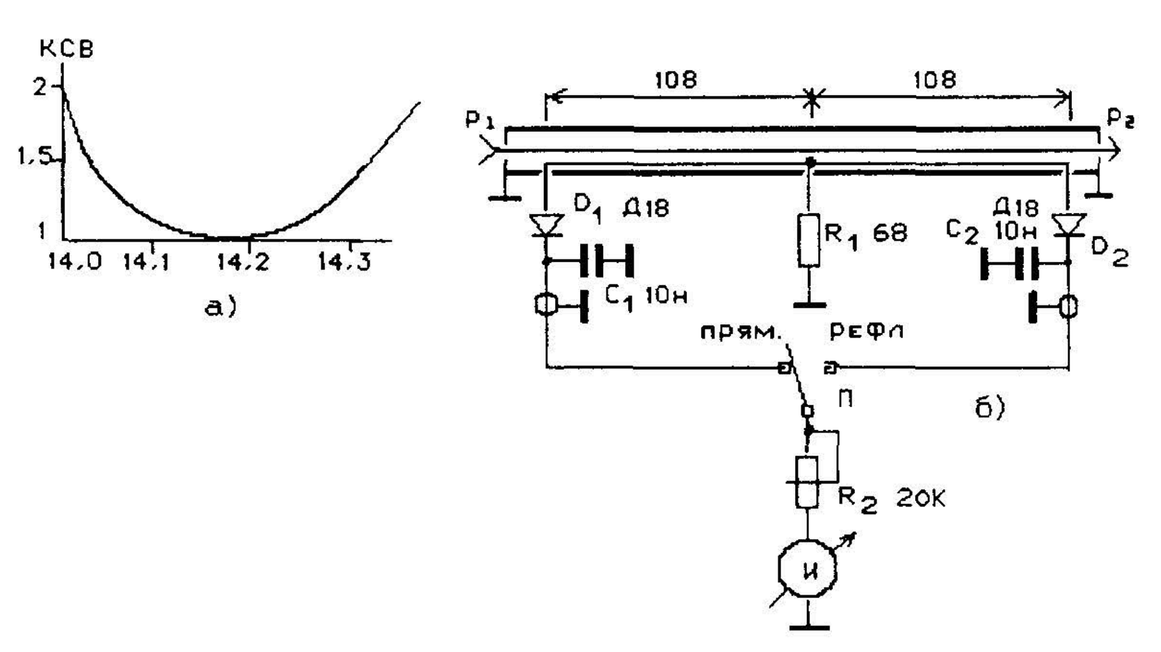


Рис. 11.28 КСВ - метр.

$$КСВ = \frac{U_{прямое} + U_{отраженное}}{U_{прямое} + U_{отраженное}}$$

Предположим, что прибор имеет шкалу с 10 делениями. Поставив переключатель в позицию "прямая" и подав на вход измерителя КСВ некоторую мощность передатчика, потенциометром R2 добиваются того, чтбы стрелка прибора остановилась на цифре 10. Затем переключатель устанавливают в позицию "рефл." и смотрят показания прибора (к примеру 2), тогда:

$$КСВ = \frac{10+2}{10-2} = 1,5.$$

Для снятия характеристики согласования по диапазону, измерения проводят на нескольких частотах этого диапазона.

Настройку антенны по отношению излучения вперед-назад рассмотрим на примере антенны "двойной квадрат".Это можно осуществить с помощью самодельного резонансного индикатора поля рис. 11.27,д. Прибор смонтирован в металлической коробке. Устанавливается некоторое количество контурных катушек, по количеству диапазонов. Конденсатор переменной емкости должен быть с воздушным диэлектриком на 100 - 150 пФ. Статор и ротор должны быть изолированы от корпуса прибора. Галванометр может быть на 100 - 200 мкА. Желательно с большой шкалой, чтобы было удобно проводить отсчет показаний. Выбирается частота настройки. К примеру, 14150 кГц. К антенне подводится мощность 50 - 100 Вт. Со стороны рефлектора на расстоянии 10 - 15 м и высоте 1,5 - 2 м устанавливают индикатор поля. Антенна прибора, изготовленная из двух отрезов стального или латунного провода диаметром 3-4 мм длиной по 1 м, должна располагаться горизонтально. Конденсатором C1 настраивают контур на данную частоту по максимальному показанию индикатора прибора. Чувствительность индикатора регулируют потенциометром R2, добиваясь расположения стрелки в центре шкалы. С помощью деревянной штанги, на конце которой имеется ключ, перемещают настроечную перемычку рефлектора 20- метрового диапазона до тех пор, пока показания прибора станут минимальными. В этот период передатчик поддерживается в настроенном состоянии. После окончания настройки рефлектора потенциометром R2 показание прибора устанавливают близким к нулю. Антенна поворачивается активной рамкой к индикатору поля. Показания индикатора увеличатся. Разность показаний прибора будет величиной, укзывающей на отношение излучения вперед-назад. Так последовательно настраивают все диапазоны. Настроенные рамки рефлектора влияют друг на друга, поэтому после настройки последнего диапазона проверяют настройку предыдущих. Метод настройки антенны "волновой канал", у которых в качестве рефлектора применен полуволновый диполь, более сложен. Настройка отношения излучения вперед-назад достигается изменением длины рефлектора и директора, если он имеется.

АНТЕННЫ КВ И УКВ ИЗ США, АНГЛИИ, ЯПОНИИ... ИЗ КАТАЛОГА ФИРМЫ "КОМПАС-Р"



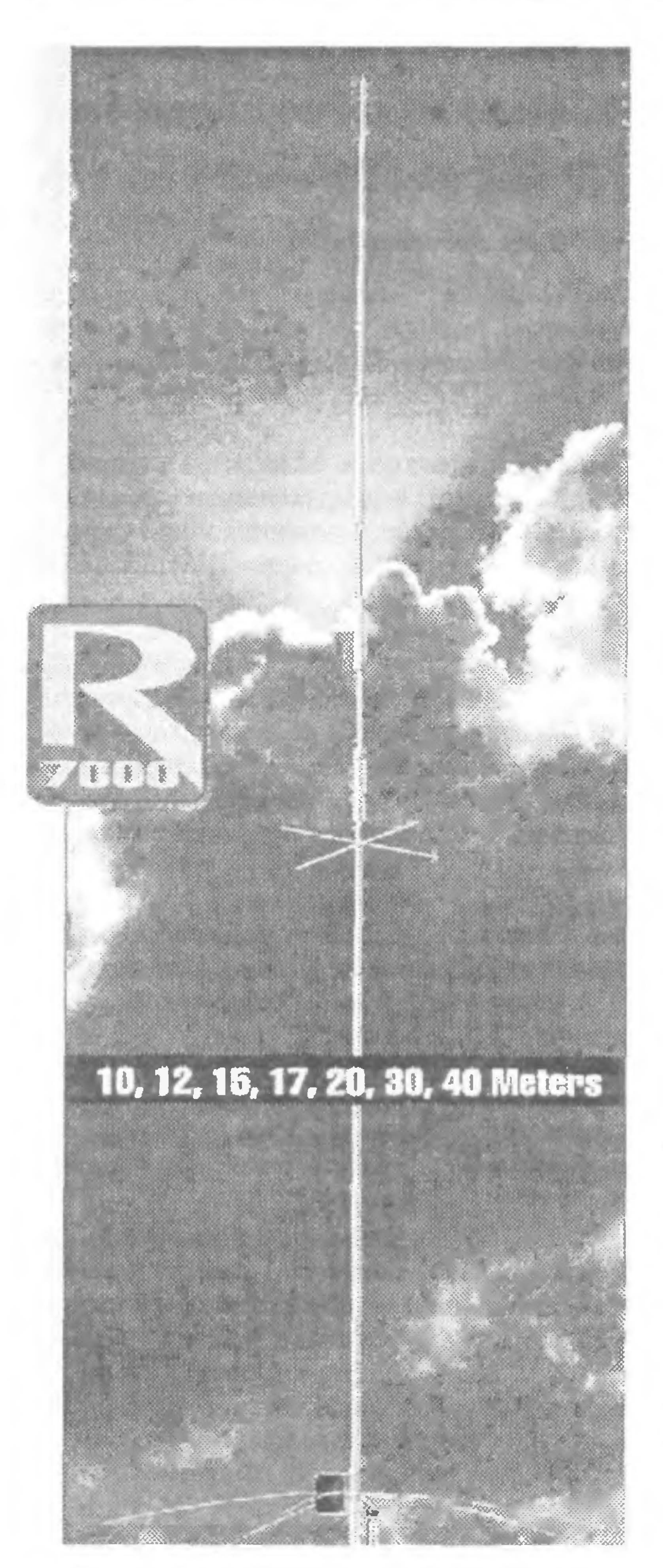
Авторнзованный дистрибьютор Marantz Japan, Inc., официальный дистибьютор Astron Corporation, CES Wireless Technologies, Cushcraft Corporation, OI Electric, Sinclair Technologies, SmarTrunk Systems, Inc., Wacom Products, Inc., Zetron, Inc. в Росснн, странах СНГ и Балтии.

Фирма КОМПАС-Р была создана в 1992 году в Москве и тогда же, в 1992 году, были заключены первые серьезные контракты на поставку техники профессиональной радиосвязи для Министерства по Чрезвычайным Ситуациям и ряда предприятий нефтедобывающей отрасли. Начав свою деятельность с поставок оборудования Alinco, Motorola и других недорогих моделей, в 1994 году мы получили статус главного официального дистрибьютора техники STANDARD в России, странах СНГ и Балтии. Вся техника STANDARD производится только в Японии и только под жестким контролем качества. В 1995 году был создан сервисный центр КОМПАС-Р, который занимается программированием, настройкой и ремонтом радиостанций, а также научными исследованиями в области модификации техники.

Кроме профессиональных и любительских радиостанций мы предлагаем пользователям дополнительное оборудование, необходимое для построения надежных систем радиосвязи:

* антенны и кабели фирм Cushcraft (США) и Roger (Англия);
* радиотелефонные интерфейсы производства Zetron (США) и CES Wireless Technologies (США);
* дуплексные фильтры Wacom (США) и Sinclair (Канада);
* источники питания Astron(США) и Roger (Англия);
* контроллеры пакетной связи MFJ (США);
* оборудование для транковых систем SmarTrunk II производства SmarTrunk Systems (США);
* оборудование для транковых систем LANCER производства CES Wireless Technologies (США);
* оборудование для транковых систем LTR производства Zetron (США);
* оборудование для транковых систем MPT-1327 производства Simoco (Англия);
* преобразователи напряжения 12=>220 В Roger (Англия);
* частотометры Roger (Англия);
* измерители КСВ Roger (Англия);
* широкий перечень аксессуаров.

R7000. Легко настраивается на работу в 80-метровом диапазоне с комплектом R80. Автоматическое переключение диапазонов.



Технические характеристики:

Частота, МГц: ....28,24,21, 18,14,10,7.

Электрическая длина: 1/2λ

Коэф.усиления:............ 3 дБ

КСВ не хуже.................1,2

2:1 ширина.......... 10м (1700)

полосы, кГц: 20м (100)
15м (450)
17м (100)
20м (250)
30м (100)
40м (150)

Мощность излучения: .... до 1500 Вт

Угол изл.верт......... 16 град

Горизонтальн:........360 град.

Высота: .... 7,3 м

Парусность: .... 0,2 кв.м

Масса:.......................8,2 кг

Модель CUSHCRAFT A3S Tribander - наиболее популярная антенна для диапазонов 10, 15 и 20 метров.

Модель CUSHCRAFT A4S - высокоэффективная широкодиапазонная антенна длиной 5,5 метров с широконаправленным излучением. A3S и A4S изготовлены из нержавеющей стали и комплектуются набором для их модификации на 40-метровый диапазон.

AP8A. Это очень популярная автенна с прекрасными характеристиками Одна антенна на восемь диапазонов за приемлемую цену.

Технические характеристики:

Частота, мГц: 28,24,21,18, 14,10,7,3.5

Электрическая длина: .... 1/4 λ

КСВ .... не хуже 1,2

2.1 ширина.................................. 40м (150)

полосы, кГц: 80м (80)

Мощность излучения: .... до 2000 Вт

Угол изл.верт:...............................18 град.

Горизонтальн:..............................360 град.

Высота: .... 7,92 м

Парусность: .... 0,16 кв.м

Масса:..4,3 кг

Модель CUSHCRAFT CS-270M - мобильная антенна. Обеспечивает высокую надежность и долговечность эксплуатации.

Модель CUSHCRAFT AR-270 - антенна длиной всего 115 см, используется для новых 2-х диапазонных трансиверов на диапазонах 70см и 2м.

Модель CUSHCRAFT AR-270B - новая 2-х диапазонная антенна, сочетающая высокий коэффициент усиления и низкий уровень радиации. Длина антенны - 235см.

Модель CUSHCRAFT ARX-270U/N - высокоэффективная 5-метровая антенна из фибергласса с исключительно высоким коэффициентом усиления. Простая в сборке 3-элементная конструкция.

Модель CUSHCRAFT R7 - наиболее популярная вертикальная антенна для радиолюбительской связи в 7 диапазонах: 10,12,15,17,20,30,40 метров. Антенна имеет маленькую "подошву" при длине 670 см, что с легкостью позволяет закрепить ее где угодно.

Модели ARX-2B, ARX-220B, ARX-450B, ARX-450BN Ringo Ranger II. Любимые радиолюбителями антенны, работающие в диапазонах 2м и 70см. Общедоступные, с хорошим усилением. Рекомендуются для FM и Packet типов связи.

Приводим Прайс-лист на антенны марки CUSHCRAFT. Обращаем внимание на то, что цены меняются и действующие цены Вы можете узнать, позвонив в наш офис.

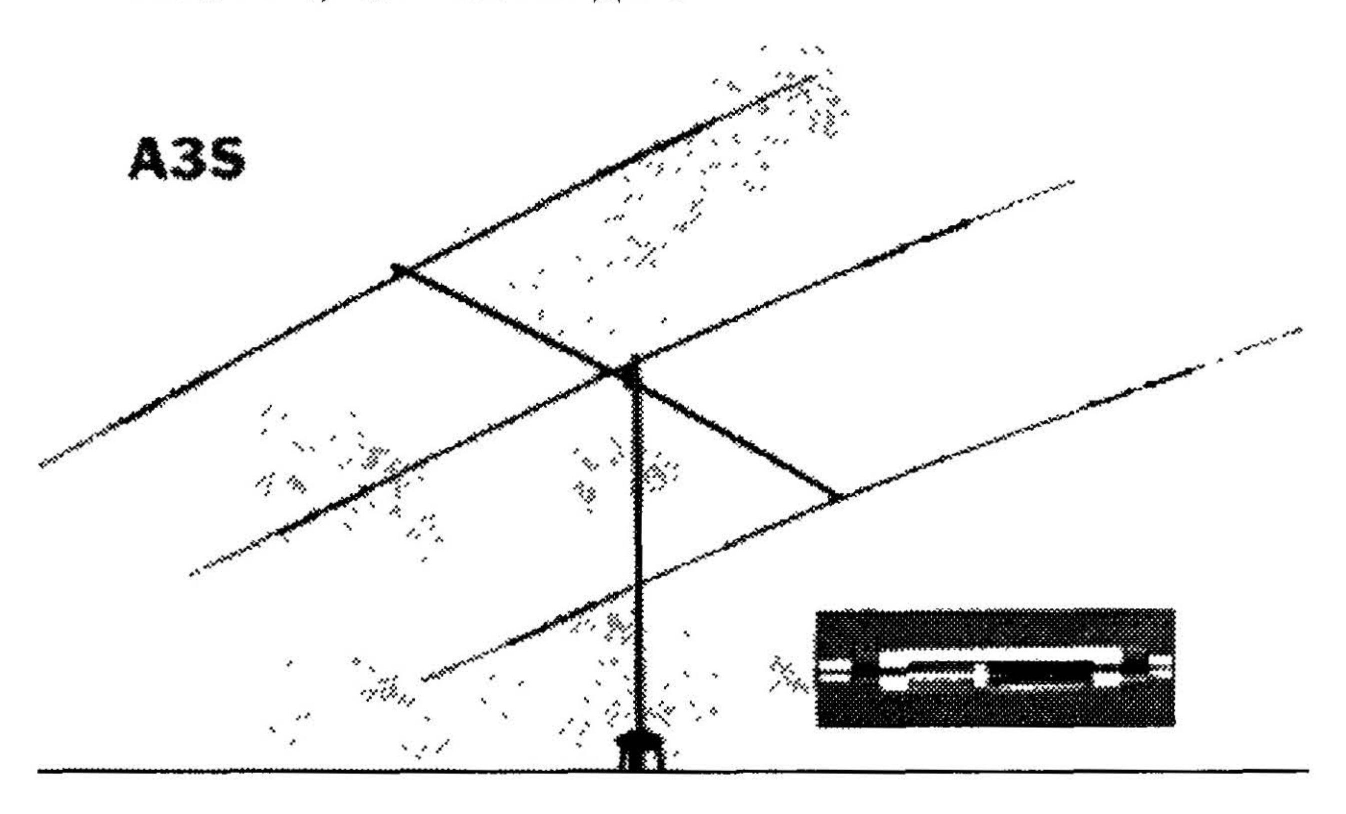
Прайс-лист

Модель	Описание	Цена $
	Базовые антенны VHF	
ARX-2	Базовая антенна (135-160 МГц, 5.5дБ, 280см SO239)	79.00
ARX-2B	Базовая антенна (135-160 МГц, 7дБ, 430см, SO239)	98.00
CRX-150	Базовая антенна (150-174 МГц, 5дБ, 294 см, SO239)	165.00
CRX-150B	Базовая антенна (150-174 МГц, 6дБ, 412см, SO239)	190.00
	Базовые антенны UHF	
ARX-450B	Базовая антенна (435-450 МГц, 7дБ, 150 см, SO239)	98.00
CRX-406	Базовая антенна (406-420 МГц, 5дБ, 96.5см, SO239)	125.00
CRX-450	Базовая антенна (450-470 МГц, 5дБ, 96.5см, SO239)	125.00
CRX-470	Базовая антенна (470-490 МГц, 5дБ, 96.5см, SO239)	125.00
CRX-406B	Базовая антенна (406-420 МГц, 6дБ, 137см, SO239)	163.00
CRX-450B	Базовая антенна (450-470 МГц, 6дБ, 137см, SO239)	163.00
CRX-470B	Базовая антенна (470-490 МГц, 6дБ, 137см, SO239)	163.00
	Направленные базовые антенны VHF	
PLC-1506	Базовая направл. антенна (150-158 МГц, 7.1 дБ, 6 элементов)	217.00
PLC-1586	Базовая направл. антенна (158-166 МГц, 7.1дБ,6 элементов)	217.00
PLC-1666	Базовая направл. антенна (166-174 МГц, 7.1дБ,6 элементов)	217.00
PLC-1509	Базовая направл. антенна (150-158 МГц, 11дБ, 9 элементов)	331.00
PLC-1589	Базовая направл. антенна (158-166 МГц, 11дБ, 9 элементов)	331.00
PLC-1669	Базовая направл. антенна (166-174 МГц, 11дБ, 9 элементов)	331.00
	Направленные базовые антенны UHF	
PC-457N	Базовая направл. антенна (450-470 МГц, 10дБ, 7 элементов)	187.00
PC-477N	Базовая направл. антенна (470-490 МГц, 10дБ, 7 элементов)	187.00
PLC-406	Базовая направл. антенна (406-410 МГц, 7.5дБ,6 элементов)	193.00
PLC-456	Базовая направл. антенна (450-470 МГц, 7.5дБ,6 элементов)	193.00
PLC-476	Базовая направл. антенна (470-490 МГц, 7.5дБ,6 элементов)	193.00
PLC-4010	Базовая направл. антенна (406-420 МГц,11дБ,10 элементов)	263.00
PLC-4510	Базовая направл. антенна (450-470 МГц,11дБ,10 элементов)	263.00
PLC-4710	Базовая направл. антенна (470-490 МГц,11дБ,10 элементов)	263.00
	Базовые антенны VHF/UHF	
AR270	Базовая антенна (144-148,430-450) 3.7/5.5дБ, 1.13м	131.00
AR270B	Базовая антенна (144-148,430-450) 5.5/7.5дБ, 2.3м	191.00
ARX270U	Базовая антенна (144-148,430-450) 9/12дБ, 5м	299.00
	Грозовые защиты	
LAC-1	Грозовая защита 200 Ватт PL259/SO239	32.00
LAC-2	Грозовая защита 200 Ватт SO239/SO239	32.00
LAC-4	Грозовая защита 200 Ватт, SO239/SO239	66.00
	Базовые антенны HF	
A3S	Направл.антен.(14-28МГц) 3 элем.,8дБ, 2000Вт	562.00
A4S	Направл.антен.(14-28МГц) 4 элем.,8.9дБ, 2000Вт	662.00
AP8A	Базовая антенна (3.5/7/10/14/18/21/24/28МГц),2000Вт,7.92м	389.00
R7000	Базовая антенна (10/12/15/17/20/30/40м),1500Вт,7.3м выс.	559.00

Модель	Описание	Цена $
SN150	Автомобильная врубная антенна (147-174 МГц, 3 дБ, 5/8λ)	57
SN150M	Автомоб. антенна с магн. креплением (147-174 МГц, 3дБ, 5/8λ)	77
SN150T	Автомоб. антенна со струбциной (147-174 МГц, 3дБ, 5/8λ)	77
SN1501	Автомобильная врубная антенна (150-160 МГц, 1/4λ)	29
SN1501M	Автомоб. антенна с магн. креплением (150-160 МГц, 1/4λ)	49
SN1501T	Автомоб. антенна со струбциной (150-160 МГц, 1/4λ)	49
SN1521	Автомобильная врубная антенна (152-162 МГц, 1/4λ)	29
SN1521M	Автомоб. антенна с магн. креплением (152-162 МГц, 1/4λ)	49
SN1521T	Автомоб. антенна со струбциной (152-162 МГц, 1/4λ)	49
SN1621	Автомобильная врубная антенна (162-174 МГц, 1/4λ)	29
SN1621M	Автомоб. антенна с магн. креплением (162-174 МГц, 1/4λ)	49
SN1621T	Автомоб. антенна со струбциной (162-174 МГц, 1/4λ)	49
SNH150	Автомобильная врубная антенна (120-174 МГц, 2дБ, 1/2λ)	57
SNH150M	Автомоб. антенна с магн. креплением (120-174 МГц, 2дБ, 1/2λ)	77
SNH150T	Автомобильная антенна со струбциной (120-174 МГц, 2дБ, 1/2λ)	77
Автомобильные антенны UHF		
SN406	Автомобильная врубная антенна (406-430 МГц, 5 дБ, 5/8λ)	57
SN406M	Автомоб. антенна с магн.креплением (406-430 МГц, 5дБ, 5/8λ)	77
SN406T	Автомоб. антенна со струбциной (406-430 МГц, 5дБ, 5/8λ)	77
SN450	Автомобильная врубная антенна (450-474 МГц, 5дБ, 5/8λ)	57
SN450M	Автомоб. антенна с магн.креплением (450-474 МГц, 5дБ, 5/8λ)	77
SN450T	Автомоб. антенна со струбциной (450-474 МГц, 5дБ, 5/8λ)	77
SN4061	Автомобильная врубная антенна (406-420 МГц, 1/4λ)	29
SN4061M	Автомоб. антенна с магнитным креплением (406-420 МГц, 1/4λ)	49
SN4061T	Автомобильная антенна со струбциной (406-420 МГц, 1/4λ)	49
SN4301	Автомобильная врубная антенна (430-450 МГц, 1/4λ)	29
SN4301M	Автомоб. антенна с магнитным креплением (430-450 МГц, 1/4λ)	49
SN4301T	Автомобильная антенна со струбциной (430-450 МГц, 1/4λ)	49
SN4501	Автомобильная врубная антенна (450-470 МГц, 1/4λ)	29
SN4501M	Автомоб. антенна с магнитным креплением (450-470 МГц, 1/4λ)	49
SN4501T	Автомобильная антенна со струбциной (450-470 МГц, 1/4λ)	49
SNH406	Автомобильная врубная антенна (406-430 МГц, 3дБ, 1/2λ)	57
SNH406M	Автомоб. антенна с магн. креплением (406-430 МГц, 3дБ, 1/2λ)	77
SNH406T	Автомобильная антенна со струбциной (406-430 МГц, 3дБ, 1/2λ)	77
SNH450	Автомобильная врубная антенна (450-474 МГц, 3дБ, 1/2λ)	57
SNH450M	Автомоб. антенна с магн. креплением (450-474 МГц, 3дБ, 1/2λ)	77
SNH450T	Автомобильная антенна со струбциной (450-474 МГц, 3дБ, 1/2λ)	77
Автомобильные антенны VHF/UHF		
CS270M	Автомоб. антенна с магнит. креплением (2м/70см) 3.7/5.5 дБ	112
CG270M	Автомоб. антенна с магнит. креплением (2м/70см) 3.7/5.5 дБ, серия CUSHCRAFT GOLD	135



ПРЕДСТАВЛЯЕТ 3 - ДИАПАЗОННЫЕ АНТЕННЫ Cushcraft A3S,A4S ПРОИЗВОДСТВА США



Новые 3-х и 4-х элементные антенны Cushcraft A3S и A4S предоставляют радиолюбителям прекрасные возможности для надежной радиосвязи со всем миром. Для этих высококачественных антенн очень точно рассчитаны длины вибраторов и расстояния между элементами. Благодаря точной настройке они обладают высокой мощностью излучения, хорошим КСВ и коэффициентом усиления. Антенны изготовлены из алюминиевых труб, покрытых специальным защитным слоем и снабжены 50-оммными разъемами. Очень просты в сборке, так как состоят из малого числа элементов и весят не много. Антенны рассчитаны на работу в 3-х диапазонах: 10, 15 и 20 метров. Еще один диапазон 30 или 40 метров может быть легко добавлен с помощью специальных комплектов A743 для A3S и A744 для A4S.

С этими антеннами вы добьетесь хороших результатов в любых соревнованиях!



С антеннами Cushcraft A3S,A4S *вы будете наслаждаться работой, сидя дома, а не на крыше!*

Технические характеристики

МОДЕЛЬ	A4S	A3S
Частота, МГц	28,21,14	28,21,14
Количество элементов	4	3
Коэфф. усиления, дБ *	8 9	8 0
Коэфф обратного излучения, дБ	25	25
КСВ	не хуже 1 2	не хуже 1 2
2·1 ширина полосы, кГц	> 500	> 500
Мощность излучения, Вт	до 2000	до 2000
Ширина луча по уровню 3 дБ, град.	58	60
Длина несущего элемента, м	5 48	4 27
Диаметр несущего элемента, см	5 1	3 8
Наибольшая длина вибратора, м	9.75	8 45
Диаметр вибратора в центре, см	3 18	3 18
Поворотный радиус, м	5 49	4 72
Диаметр мачты, см	3 18-5 08	3 18-5.08
Парусность, кв м	0 51	0 47
Масса, кг	16 8	12 9
Цена, $	662	562
* - по отношению к полуволновому вибратору		

РАДИОЛЮБИТЕЛЯМ
скидка 5%
при предъявлении р/л лицензии

КОМПАС-Р
Авторизованный дистрибьютор Cushcraft Corporation.



ПРЕДСТАВЛЯЕТ 3 - ДИАПАЗОННЫЕ АНТЕННЫ
Cushcraft A3S,A4S ПРОИЗВОДСТВА США

A3S

Новые 3-х и 4-х элементные антенны Cushcraft A3S и A4S предоставляют радиолюбителям прекрасные возможности для надежной радиосвязи со всем миром. Для этих высококачественных антенн очень точно рассчитаны длины вибраторов и расстояния между элементами. Благодаря точной настройке они обладают высокой мощностью излучения, хорошим КСВ и коэффициентом усиления. Антенны изготовлены из алюминиевых труб, покрытых специальным защитным слоем и снабжены 50-оммными разъемами. Очень просты в сборке, так как состоят из малого числа элементов и весят не много. Антенны рассчитаны на работу в 3-х диапазонах: 10, 15 и 20 метров. Еще один диапазон 30 или 40 метров может быть легко добавлен с помощью специальных комплектов A743 для A3S и A744 для A4S.

С этими антеннами вы добьетесь хороших результатов в любых соревнованиях!

12. ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ ПО АНТЕННАМ И АНТЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Настоящий обзор имеет целью познакомить с оригинальной антенной техникой прежде всего начинающего пользователя, предпочитающего не готовые изделия, а склонного к конструированию.

12.1. КАК ПОСТРОИТЬ АНТЕННУ

Из множества антенн, описания которых появлялись последние годы на страницах различных радиолюбительский изданий, мы отобрали наиболее подходящие для желающих сделать их своими руками.

Ю. Виноградов. Проволочные Си-Би антенны. Радио, 1996, 9, с. 9.

Одна из самых распространенных в Си-Би антенн - запитываемый в пучности напряжения жесткий полуволновый вибратор - в "мягком" исполнении может быть использована в качестве базовой антенны быстрого развертывания (рис. 12.1, а). Здесь 1 - вибратор; 2 - изолятор; 3 - оттяжка; 4 - согласующее устройство; 5 - коаксиальный кабель; 6 - ферритовые кольца.

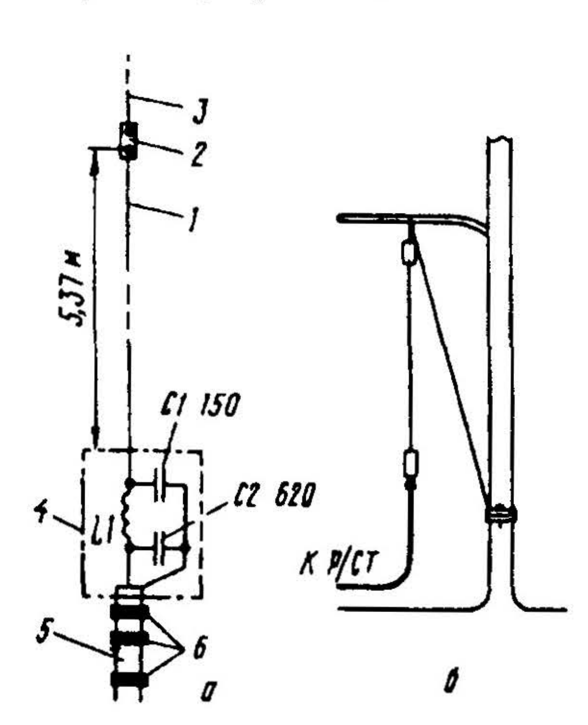


Рис. 12. 1. Антенна "полволны" с согласующим П-контуром (а) и ее установка (б)

Вибратор изготавливают из монтажного провода МГВ или МГШВ сечением 0,5...1 мм^2, длиной 5,37 м. Изолятор 2 - пластинка стеклотекстолита толщиной 2...3 мм с двумя отверстиями: в одном крепится верхний конец вибратора, в другом - оттяжка 3 - капроновый шнур или толстая леска.

Высокое сопротивление антенны (0,8...1 кОм) согласуют с 50-омным коаксиальным кабелем П-контуром C1L1C2. Его бескаркасная катушка L1, имеющая внутренний диаметр 8 и длину 19 мм, содержит 9 витков провода ПЭВ-2 1,6. Конденсаторы C1 и C2 - типа КСО.

Коаксиальный кабель 5 - любой 50-омный, например, РК50-2-16. Его длину рекомендуется взять кратной $l\text{к} = \lambda/2\sqrt{\varepsilon}$, где ε - диэлектрическая постоянная изоляции кабеля. Для сплошного полиэтилена $\sqrt{\varepsilon} = 1,52$ и, соответственно, для $\lambda = 10,95$ м (канал 40 сетки C в Си-Би) $l\text{к} = 10,95/2\ 1,52 = 3,60$ м. Линия связи длиной 7,20 или 10,80 м бывает, как правило, вполне достаточной.

На конец кабеля, подключаемого к П-контуру, рекомендуется надеть 5...10 ферритовых колец, они будут препятствовать "затеканию" ВЧ тока на его оплетку. Магнитная проницаемость колец некритична - $\mu = 50...2000$

Антенну устанавливают вертикально, перебросив оттяжку, например, через сук дерева (рис. 12.1, б). Рекомендуемая высота подвеса (по изолятору 2) - 11 м.

Антенна имеет вертикальную поляризацию и круговую (если ее опора непроводящая) диаграмму направленности. Полоса пропускания - не менее 400 кГц (по КСВ $<1,5$). С обычными в Си-Би мощностью передатчика (4 Вт) и чувствительностью приемника (0,5...1 мкВ) она позволит установить надежную связь с корреспондентом, находящимся на расстоянии до 35...40 км.

Малый вес (300...400 г вместе с фидером), малоразмерность упаковки и быстрота развертывания делают такую антенну удобной в качестве базовой при организации связи в условиях даже непродолжительной туристической стоянки.

Антенна может найти себе применение и в городских условиях. Для этого нужно лишь уложить ее вибратор, согласующее устройство и начало фидера вдоль раздвинутого пластикового удилища длиной 6...7 м и выставить такую "радиоудочку" почти вертикально за окно ("пятка" - на оконной раме, угол по отношению к стене 15...20°). Даже расположенная на высоте 10...15 метров над уровнем земли, такая антенна позволяла держать связь с корреспондентами в пределах Москвы и ближайшего Подмосковья, а на "проходе" - со станциями европейской части России.

Другая антенна с проволочным вибратором - "полуромб" - предназначена для работы в канале связи "дача-город" на дачном его конце (рис. 12.2). Здесь 1 - вибратор; 2 - изоляторы; 3 - оттяжки; 4 - нагрузочный резистор; 5 - согласующее устройство; 6 - коаксиальный кабель; 7 - забитые в грунт металлические стержни.

Вибратор 1 изготавливают из монтажного провода МГВ или МГШВ сечением 0,5...1,5 мм^2; его общая длина должна быть кратна 20,80 м ($20,80 = 1,9\lambda$, где $\lambda = 300/27,4 = 10,95$ м - длина волны, соответствующая середине разрешенного в нашей стране диапазона Си-Би).

Изолятор 2, отделяющий конец вибратора от оттяжки 3, должен выдерживать усилие в 3...5 кг и более (в длинных "полуромбах").

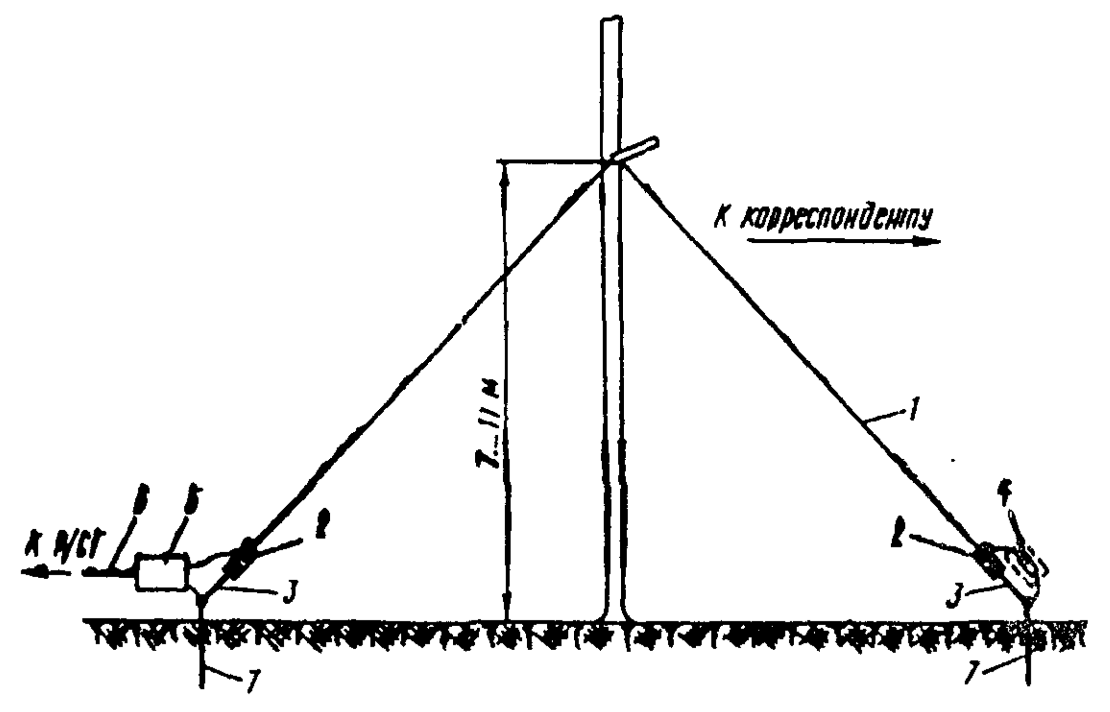


Рис. 12 2 Антенна "полуромб"

Оттяжка 3 - шнур из капрона или нейлона

Нагрузочный резистор 4 сопротивлением 600 800 Ом при мощности передатчика, не превышающей 10 15 Вт, можно составить из 3-4-х включенных последовательно резисторов типа МЛТ-2 200 (на нагрузочном резисторе рассеивается почти половина отдаваемой передатчиком мощности) Из резисторов этого типа можно составить нагрузку, рассеивающую и большую мощность, - до 40 50 Вт Важно лишь чтобы проводящий слой резисторов не был бы спиральным, поскольку в этом случае к их активному сопротивлению добавится и индуктивное

Согласующее устройство 5 - П-контур L1C1C2, понижающий высокое сопротивление "полуромба" (0,6 1 кОм) до волнового сопротивления коаксиального кабеля 6, такое же, как и у "полволны"

Стержни 7 длиной ~0,5 м изготавливают из металлического уголка нижнюю часть срезают наискосок, а в верхней делают два отверстия диаметром 6 7 мм для крепления оттяжки, и с резьбой М4 - для электрического подключения Стержень, забитый в грунт, будет и опорой антенны, и ее "землей"

Поскольку П-контур и нагрузочный резистор остаются "на улице", их следует поместить в герметичные боксы подходящих размеров

Мачтой "полуромба" может служить дерево (лучше сухое), имеющее на высоте 7 15 м подходящую развилку, или шест, укрепленный на доме или каком-либо другом дачном строении Поскольку перегибу вибратора в "полуромбе" соответствует пучность напряжения, эта его часть должна иметь хорошую высокочастотную изоляцию Во всяком случае "мокрый" контакт металлической жилы вибратора с опорой недопустим На место перегиба можно дополнительно натянуть заметную издалека виниловую или фторопластовую трубку

В качестве мачты для не слишком тяжелого "полуромба" может быть использовано 6 10-метровое пластиковое удилище

"Полуромб" - антенна вертикальной поляризации, имеющая явно выраженную направленность в горизонтальной плоскости на корреспондента, с которым намерены держать связь, должен "смотреть" его нагрузочный резистор Усиление "полуромба" в этом направлении увеличивается по мере увеличения длины его вибратора - 1,9λ, 3,8λ, 5,7λ и т д

Преимущества направленных антенн при организации связи между двумя неподвижными объектами очевидны при передаче излучаемая мощность концентрируется в нужном направлении, а на приеме такая антенна имеет повышенную чувствительность к сигналам, идущим со стороны корреспондента, и пониженную - к другим, мешающим

Очевидный минус "полуромба" - его растянутость Но это не так ощутимо в сельской местности Там, где важнее дешевизна и доступность исходных материалов, возможность все сделать своими руками, обойтись подручными средствами и т п Всему этому отвечает "полуромб" - антенна, не требующая даже настройки

Виноградов Ю. Дисковая антенна в диапазоне 27 МГц. Радио, 1997, 2, с 70
Основное назначение антенны - работа в радиоканале охранной сигнализации*

Антенну изготавливают из магнитного диска от старой ЭВМ, имеющего внешний диаметр 355 мм и внутренний - 170 В нем нужно лишь сделать радиальный разрез шириной 1 1,5 мм

Схема включения диска показана на рис 12 3, а Конденсаторы С1 и С2 - элементы настройки антенны, а согласующим П-контуром L1C3C4 сопротивление настроенного диска приводится к обычному в технике связи 50-омному стандарту

Все элементы монтируют на печатной плате 40х40 мм, изготовленной из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм (рис 12 3, б) Плату крепят винтами М2, резьба - в "теле" диска Поскольку антенны такого рода относятся к "низкоомным", необходимо позаботиться о высоком качестве всех соединений, прежде всего - непаяных

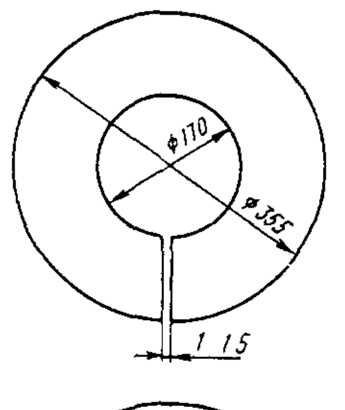
Конденсаторы С1 - подстроечный типа КПК-МН, С2-С4 - КСО

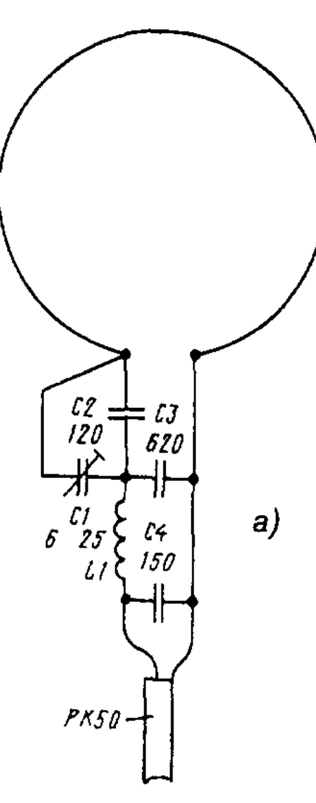
Полоса пропускания антенны - 600 кГц Как и всякая "магнитная" она замечательна своей малой чувствительностью к расположенным поблизости предметам Заметим, кстати, что ферролак никак не влияет на параметры описываемой антенны, его может и не быть

Если антенну устанавливают вне помещения, элементы ее настройки и согласования должны быть защищены от влаги Можно, например, заварить в полиэтилен весь диск

Хотя эффективность такой антенны уступает, конечно, полноразмерному излучателю, но потери здесь не так велики, как можно было бы ожидать Обычная Си-Би радиостанция (4 Вт, 0,5 мкВ), подключенная к такой антенне, позволяла вести двустороннюю связь на расстоянии до 20 км

*) В нашей стране разрешены лишь два радиоканала для передачи сигналов охранной сигнализации 26,945 МГц - для автомобильных систем, и 26,960 МГц - для всех других





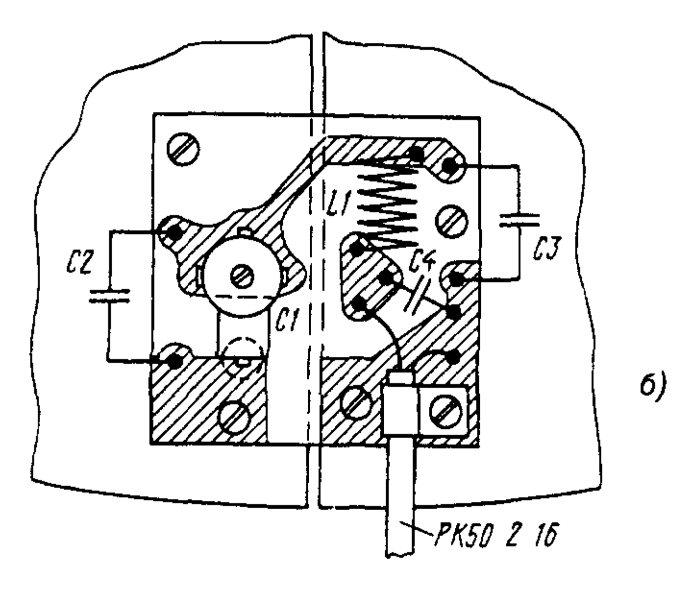


Рис 12 3 Диск и схема его включения (а), печатная плата (б)

Виноградов Ю. Антенна для портативной Си-Би радиостанции. Радио, 1998, 1, с. 69.

Общий вид антенны показан на рис. 12. 4. Здесь 1 - штырь, изготовленный из упругой, т.н. рояльной стальной проволоки диаметром 2...2,4 мм, 2 - устройство настройки и согласования, 3 - штеккер, соответствующий антенному гнезду радиостанции.

Принципиальная схема устройства настройки и согласования показана на рис. 12. 5, а. Здесь L1C1C2 - П-контур, трансформирующий активное сопротивление антенной системы в Ra = 50 Ом, а L2 - удлиняющая катушка, понижающая резонансную частоту антенны до 27 МГц.

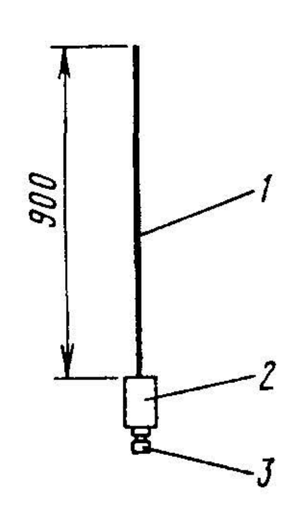


Рис. 12 4. Штыревая антенна к портативной Си-Би радиостанции

Катушка L1 - бескаркасная. Ее наматывают проводом ПЭВ-2 0,8 на оправке диаметром 6 мм. Число витков - 9. Длина намотки - 12 мм. Катушку L2, содержащую 40 витков, наматывают плотно в ряд проводом ПЭВ-2 0,41 на каркасе диаметром 6 мм. В качестве каркаса можно использовать резистор типа С3-14-0,01. Конденсаторы C1 и C2 - типа КД, КТ или КСО.

Все элементы монтируют на односторонней стеклотекстолитовой печатной плате толщиной 2,5 мм. К верхнему и нижнему ее концам приклепывают дюралюминиевые уголки, на одном из которых крепят гнездо от разъема типа ШР , имеющее внутренний диаметр 2...2,4 мм (по диаметру штыря), а на другом - "ответную" часть антенного разъема радиостанции. Во избежание повреждения катушек и конденсаторов, для защиты их от непогоды и дополнительного укрепления гнезда антенного штыря, печатную плату помещают в бокс (его надвигают сверху), склеенный из листового ударопрочного полистирола толщиной 2...3 мм. Бокс скрепляют с печатной платой одним-двумя винтами; резьба - в плате (рис. 12. 5, б).

Правильность настройки антенны можно проверить, включив между нею и радиостанцией КСВ-метр (лучше небольшого размера): КСВ должен достигать минимума в диапазоне рабочих частот. Если этот минимум смещен в область более низких или более высоких частот (в многоканальных радиостанциях это легко проверить), число витков в L2 несколько уменьшают или увеличивают.

На КСВ антенны влияет и настройка П-контура (точнее - расстройкой этого контура можно компенсировать неточность настройки самой антенны). Это делают, сдвигая-раздвигая витки в L1. Опыт показывает, что этими процедурами в середине диапазона рабочих частот может быть получен КСВ < 1,1. Полоса пропуская антенны - не менее 1,2 МГц (по КСВ < 1,5).

Как показали полевые испытания описанной антенны, выполненные на радиостанции Dragon SY-101, ее эффективность была выше эффективности штатной антенны Dragon'а на 11 дб.

Гордиенко В. Вертикальная колинеарная антенна UT1IA. КВ журнал, 1996, 2, с.38.

Антенна работает в диапазоне частот 144...146 Мгц. Она состоит из четырех полуволновых вибраторов: верхнего, изготовленного из дюралюми-

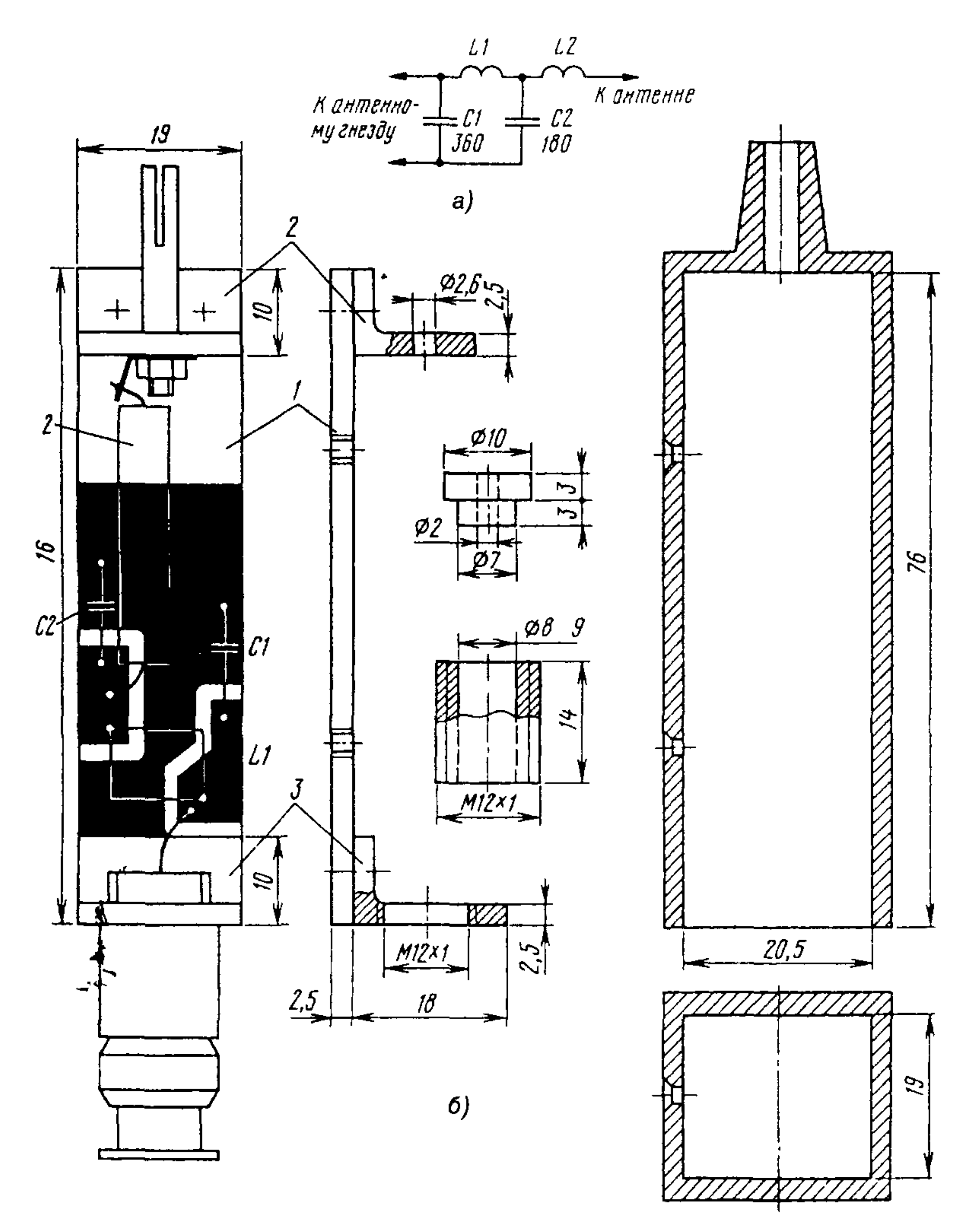


Рис 12 5 Устройство настройки и согласования штыревой антенны (а), его конструкция (б)

ниевой трубки диаметром 10 мм, и трех нижних - включенных последовательно отрезков коаксиального кабеля РК75 (рис. 12. 6).

Фидер - 50-омный коаксиальный кабель - подключают к антенне через J-согласователь, изготовленный из отрезков коаксиального кабеля длиной 290 и 50 мм.

Полоса пропускания антенны (по КСВ < 1,5) около 2 МГц. Коэффициент усиления ~6 дб получен за счет сжатия лепестка излучения в вертикальной плоскости. В горизонтальной плоскости антенна имеет круговую диаграмму направленности.

Все элементы антенны крепят на диэлектрической опоре длиной около 3 м, установленной на металлической мачте. Если опора будет длиннее, то число коаксиальных вибраторов можно увеличить. Коэффициент усиления такой антенны будет еще выше.

Во избежание быстрой порчи под дождем и снегом, необходимо принять меры по влагозащите антенны. Можно, например, надвинуть на нее длинный "чулок" из полиэтилена.

УКВ антенна с вертикальной поляризацией. Радио, 1980, 3, с.58.

Диапазон частот - 144...146 МГц. Антенна представляет собой 4-элементный волновой канал, полуволновый вибратор которого возбуждается через J-согласователь (рис. 12.7). Такой способ возбуждения и согласования позволяет использовать верхнюю часть сплошной металлической мачты в качестве вибратора и части U-колена. Немалое удобство J-согласования состоит и в том, что высокое входное сопротивление полуволнового вибратора (он возбуждается в пучности напряжения) приводится к волновому сопротивлению кабеля простым перемещением места его подключения к U-колену. С заземленной мачтой антенна становится и грозозащищенной.

Вибратор антенны выполнен из дюралюминиевой трубки диаметром 12 мм (это конец мачты). Директоры и рефлектор изготавливают из трубки диаметром 6 мм. Несущая траверса - фиберглассовая или стеклотекстолитовая трубка диаметром 10...12 мм. Для лучшей фиксации траверсу можно

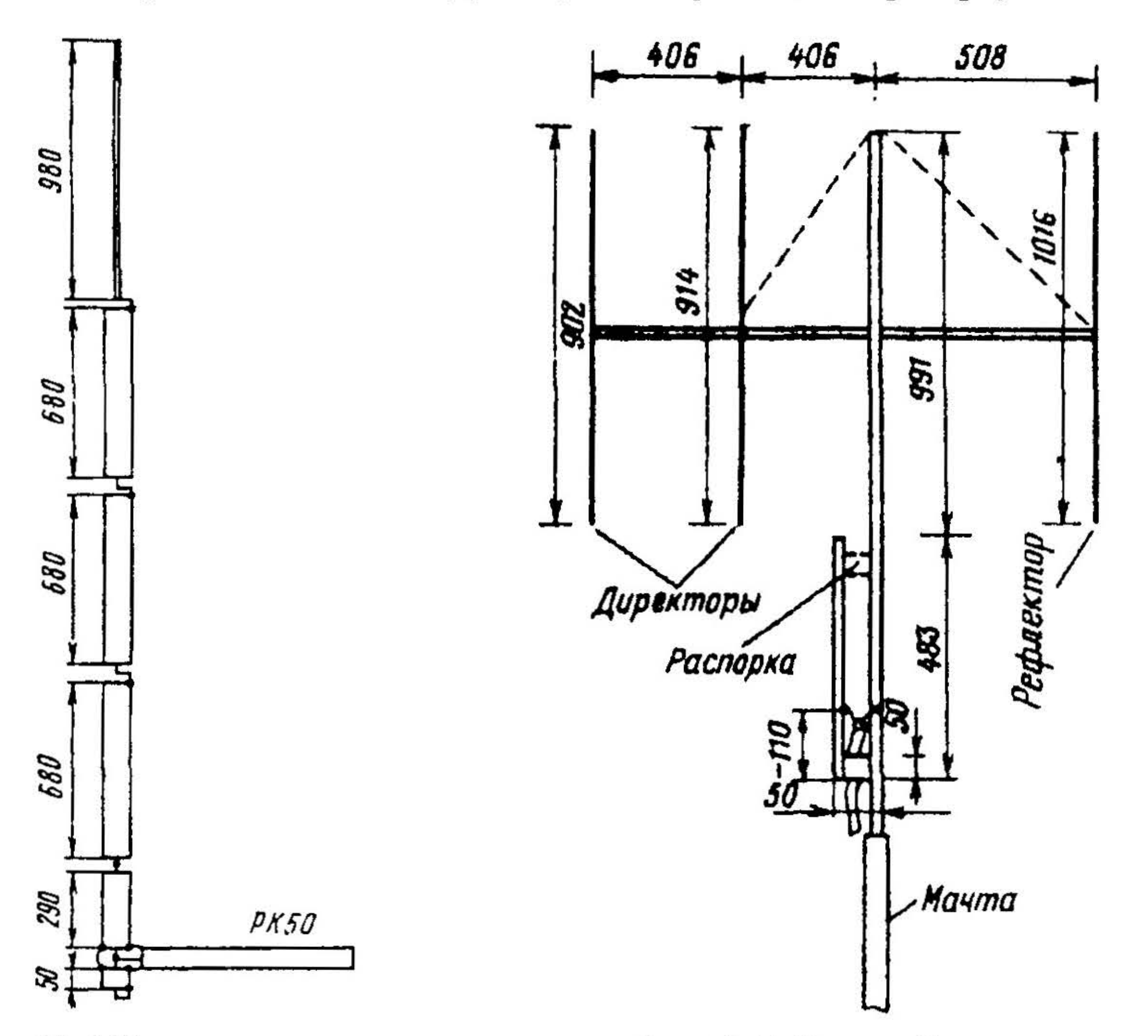


Рис. 12. 6 Колиниарная антенна на 144-146 МГц

Рис. 12. 7. Волновой канал на 144-146 МГц

подтянуть к верхней точке мачты леской диаметром 0,8...1 мм (показана пунктиром).

Четвертьволновое U-колено формируют с помощью отрезка дюралюминиевой трубки, также имеющей диаметр 12 мм. Внизу ее соединяют с мачтой металлическим мостиком, вверху - диэлектрическим (стеклотекстолит, ударопрочный полистирол и т.п.).

Основные размеры антенны показаны на рисунке. Точку подключения кабеля РК50 к U-колену уточняют по КСВ-метру: точному согласованию настроенной антенны должен соответствовать КСВ = 1.

Примечание. Для лучшей механической балансировки всей конструкции автор удалил рефлектор от вибратора больше, чем следовало бы. Усиление антенны увеличится, если расстояние между вибратором и рефлектором с 508 мм уменьшить до 400 ...420 мм.

Двухэлементная КВ антенна. Радио, 1982, 5, с.58.

Отличается от классической DELTA LOOP тем, что верхние углы ее треугольных рамок - рефлектора и излучателя - сведены вместе (рис. 12. 8). Их механическое сцепление (электрически эти узлы эквипотенциальны) делает антенну конструктивно более жесткой, способной без каких-либо растяжек выдерживать значительные ветровые нагрузки.

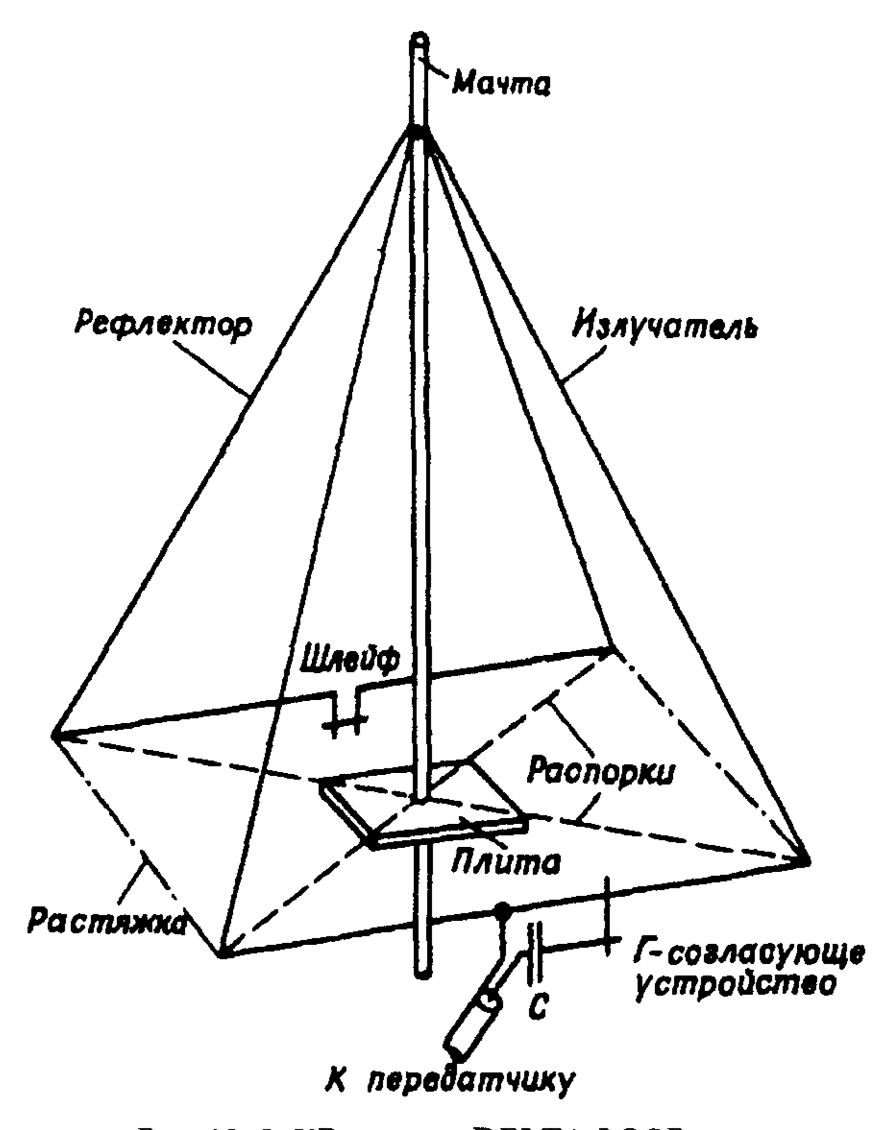


Рис. 12. 8. КВ антенна DELTA LOOP

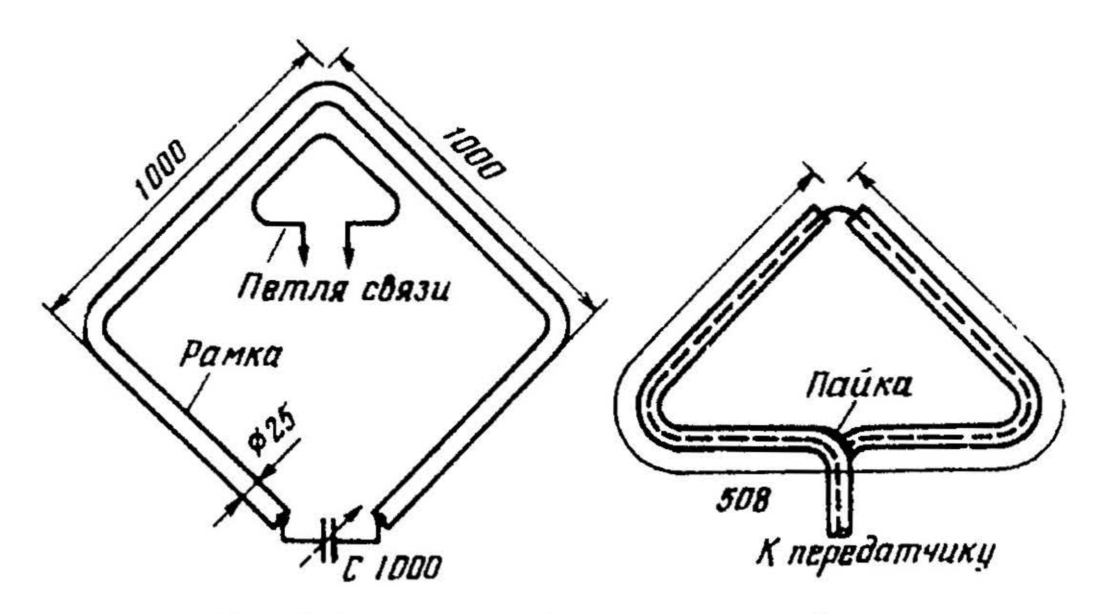


Рис. 12. 9 . Рамочная КВ антенна с петлей связи

В таблице 12.1 даны размеры элементов антенны для трех любительских диапазонов. Расстояние между проводниками шлейфа в рефлекторе и проводниками Г-согласующего устройства в излучателе равно 2,5 см. Конденсатор согласующего устройства можно изготовить из отрезка коаксиального кабеля.

Таблица 12.1

Диапазон, МГц	А	Б	В	Г	Д	Е
28	10,8	1,37	0,25	0,6	70	1,83
21	14,3	1,83	0,4	0,8	90	2,44
14	21,9	2,74	0,7	1,2	120	3,66

А – длина рамок, м; Б - расстояние между рамками (по низу); В - длина шлейфа, м; Г - длина Г-согласователя, м; Д - емкость кондесатора С, пФ; Е - длина распорок, м

Основанием антенны служат диэлектрические плита и распорки. Они, как и мачта, могут быть выполнены из дерева, пропитанного каким-либо водоотталкивающим диэлектриком (смола, парафин и т.п.). В качестве растяжек можно взять леску диаметром 0,8...1 мм. Излучатель и рефлектор изготавливают из антенного канатика диаметром 2...3 мм. Или какого-либо другого провода, содержащего наряду с медными и стальные жилы.

Компактная КВ антенна. Радио, 1984, 4, с.58.

Представляет собой одновитковую рамку (рис. 12. 9), способную работать на прием и передачу в диапазоне частот 3,5...15 МГц.

Сама рамка выполнена из медной трубки диаметром 25 мм. Петлю связи изготавливают из 50-омного коакиального кабеля (он же - фидер антенны) и прикрепляют непосредственно к рамке в верхнем ее углу.

Конденсатор переменной емкости С, которым рамку настраивают на рабочую частоту, должен быть рассчитан на работу под напряжением 3 кВ (при выходной мощности передатчика 100 вт).

Конденсатор и открытые части петли связи тщательно герметизируют. Антенну устанавливают на мачте из изолирующего материала высотой около 2 м.

КСВ антенны: 2 (3,5 МГц), 1,5 (7 и 14 МГц). Полоса пропускания - 20 кГц.

Две простые КВ антенны. Радио, 1979, 6, с.61.

Одна из них, предложенная W9LZX, представляет собой горизонтально расположенную квадратную рамку с периметром 172 м (рис. 12.10).

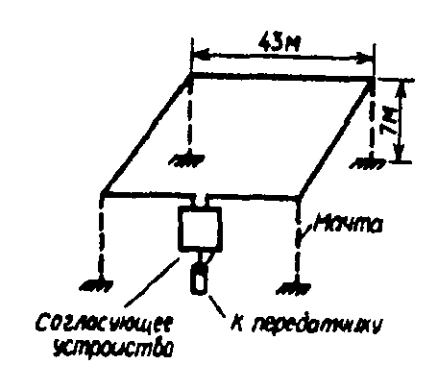


Рис. 12. 10. Многодиапазонная рамочная антенна

Фидер - 50-омный коаксиальный кабель - подключают к антенне через широкополосный симметрирующий трансформатор с коэффициентом преобразования по напряжению 4:1 (повышение - в сторону антенны).

В любительских диапазонах от 80 до 10 метров такая рамка работает без каких-либо переключений, ее КСВ не превышает 1,5. На 160-метровом диапазоне антенна потребует, возможно, дополнительного согласования.

Очередная всеволновая. КВ журнал, 1995, 2, с.19-20.

Антенна T2FD (Top Termianated Folded Dipole), показанная на рис. 12.11, может работать в широком диапазоне частот. Это петлевой вибратор треугольной формы с встроенным в верхнюю его часть активным сопротивлением-нагрузкой. Антенна отличается небольшими размерами и значительной широкополосностью.

Основание петли - нижняя часть вибратора - составлено из труб, закрепленных хомутами на стеклотекстолитовой пластине. Две другие стороны треугольника, его верхняя часть, проволочные, они соединяют концы труб с нагрузочным резистором Rн = 500 Ом, находящимся в герметичном боксе. Расстояние между стеклотекстолитовой пластиной и боксом - ~0,5 м.

Сопротивление антенны - ~450 Ом. Для ее согласования с 50-омным коаксиальным кабелем используется согласующее и симметрирующее устройство, выполненное на трех одинаковых трансформаторах (рис. 12. 12). Они намотаны на ферритовых кольцах, имеющих магнитную проницаемость 20...50, и диаметр не менее 20 мм (для передатчиков мощностью до 100 Вт). Каждая из обмоток содержит 10 витков провода диаметром 1 мм. Согласующее устройство также помещают в бокс.

Мощность нагрузочного резистора Rн = 500 Ом - 0,3...0,5 от выходной мощности передатчика. Он может быть составлен из последовательно-параллельно включенных резисторов типа МЛТ-2 подходящих номиналов. Но не любых: проводящий слой резистора не должен иметь вид спирали. Такие

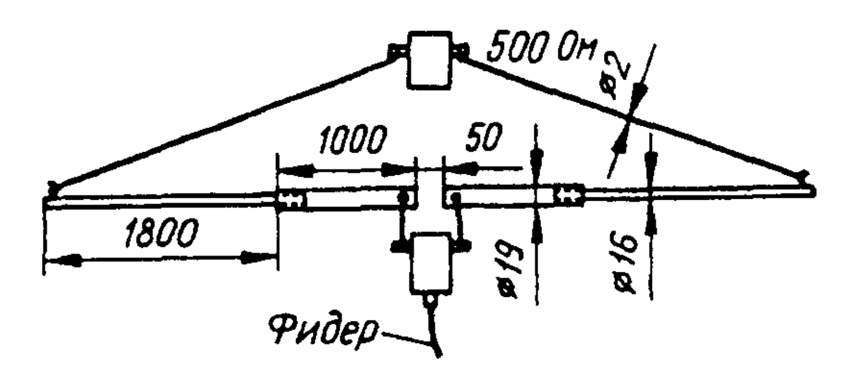


Рис. 12. 11. Антенна T2FD на частоты 10-30 Мгц

резисторы имеют не только активное, но и значительное индуктивное сопротивление.

Как показал опыт, в диапазоне частот 10...30 МГц КСВ антенны оставался в пределах 1,3...2.

КВ антенна "Т-диполь". Радио, 1975, 5, с. 61.

Конфигурация антенны показана на рис. 12.13. Ее размеры для Си-Би: А = 11,55 м, Б = 2,88 м, В = 2,88 м, Г ≥ 1,9 м.

Антенна излучает как вертикально, так и горизонтально поляризованные волны и имеет круговую диаграмму направленности.

Для того, чтобы уменьшить влияние земли при небольшой высоте подвеса антенны, нужно несколько укоротить плечо Б и, изменяя В, уточнить настройку всей антенной системы по минимому КСВ.

Рамочная УКВ антенна из...фольги. Радио, 1983, 10, с. 62.

Рамочная антенна на диапазон 88...108 МГц показана на рис. 12 14 Материал рамки - фольга, которую наклеивают на диэлектрическое основание: пластик, стекло и т.п.

Антенну настраивают надвигаемой на разрез рамки кусочком фольги (с другой стороны диэлектрического основания, показан пунктиром). Если рамка удалена от приемника, то сигнал с нее снимают коаксиальным кабелем: его оплетку подключают к точке "З", а центральный проводник - к точке "А".

Для диапазона 66...73 МГц рамка имеет другие размеры: 155x155 мм при ширине полосы 18 мм. Расстояние З-А - 40 мм. Конденсатор - 24x24 мм.

Фольга может быть латунной или медной. Или алюминие-

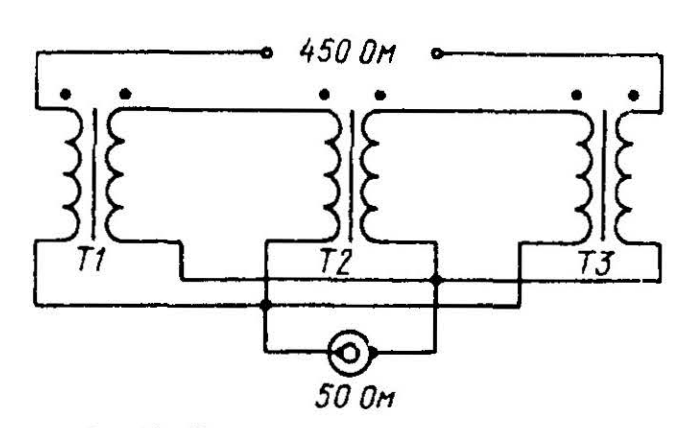


Рис. 12 12 Согласующее и симметрирующее устройство к T2FD

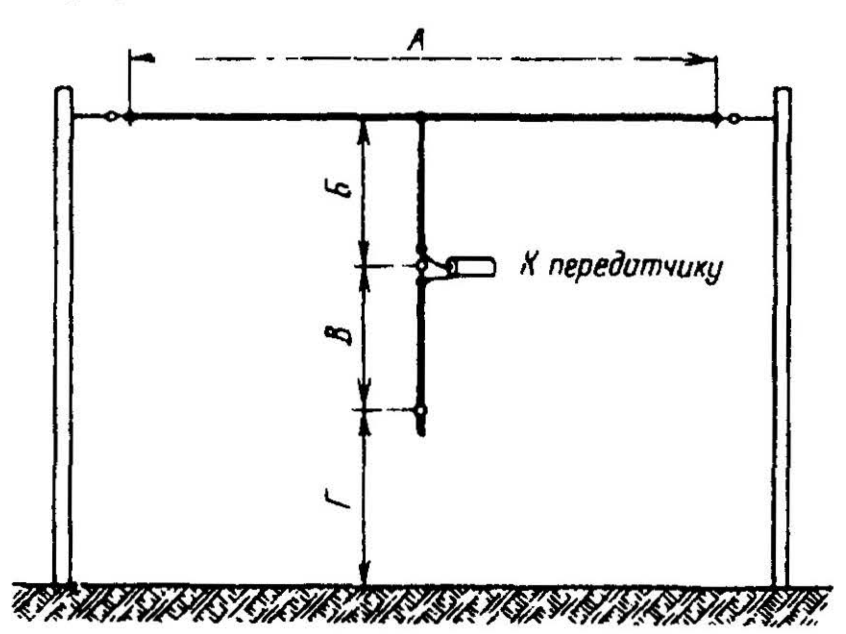


Рис. 12. 13. Т-диполь в Си-Бн

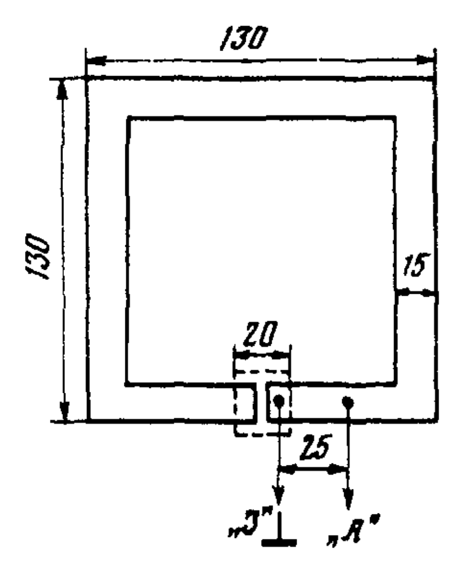


Рис 12. 14 УКВ антенна для радиовещательного приемника

вой, если подключение к рамке обходится без пайки или пайка алюминия уже освоена.

Антенна X-BEAM. КВ журнал, 1993, 6, с.29-30.

Основой антенны служат четыре дюралюминиевых трубы, укрепленные на опоре, изготовленной из толстого стеклотекстолита (рис. 12.15). Одна пара с удлиняющими ее проволочными усами образует М-образный вибратор, другая - такой же директор. Отрезками капроновой лески диаметром 0,8-1 мм, соединяющими усы вибратора и директора, все элементы антенны стягиваются в единую жесткую конструкцию.

Антенна может быть выполнена в полноразмерном или укороченном вариантах. Ее размеры в Си-Би для полноразмерного варианта: длина труб - 2,17 м, длина уса излучателя - 1,19 м, длина уса директора - 1,03 м; для укороченного: длина труб - 1,98 м, длина уса излучателя - 1,39 м, длина уса директора - 1,22 м.

Сопротивление полноразмерной антенны близко к 50 Ом, и она не требует согласования с 50-омным коаксиальным кабелем. В укороченном варианте согласование может потребоваться.

Настройку антенны можно провести на земле, установив ее на временную мачту высотой 3...5 м. Ее ведут по КСВ-метру, откусывая по 1 см от усов вибратора и директора (от обоих концов; их длину берут с некоторым

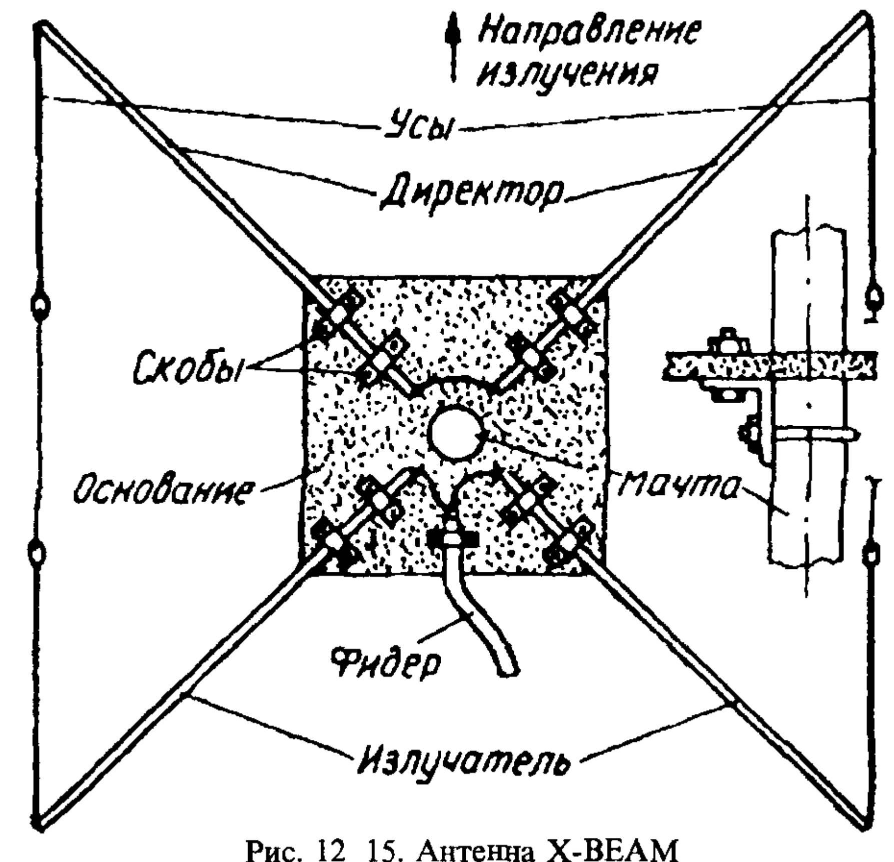


Рис. 12 15. Антенна X-BEAM

запасом). Лучшей настройке соответствует минимальное показание КСВ-метра. Следует иметь в виду, что с увеличением высоты подвеса резонансная частота антенны несколько увеличивается.

Для того, чтобы сделать X-BEAM антенной вертикальной поляризации (обычной в Си-Би) ее плоскость должна быть перпендикулярна поверхности земли, а директор направлен в сторону корреспондента, В этом случае мачта - в верхней своей части обязательно диэлектрическая - не пропускается сквозь отверстие в опоре-изоляторе, как это показано на рисунке, а крепится к ней хомутами.

В антенне вертикальной поляризации фидер рекомендуется выводить по биссектрисе излучателя, или вбок, перпендикулярно полотну антенны.

Антенна на 160-метровый диапазон. Радио, 1981, 11, с. 19.

Предложена UA1DZ. Антенна представляет собой диполь длиной λ, натянутый горизонтально, например, между домами (рис. 12.16). Фидер - любой 75-омный коаксиальный кабель. Высокочастотные потери в нем легко измерить обычным тестером: КПД = 1-Rкаб/75, где Rкаб - омическое сопротивление замкнутого на конце кабеля.

sКСВ антенны близок к 1.

Самофалов В. Антенна на 28 и 144 МГц. Радио, 1975, 4, с. 31.

Основные размеры антенны, работающей в диапазоне 144 Мгц, показаны на рис. 12.17. Вибратор, рефлектор и директоры изготавливают из латунных или медных трубок . Размеры U-колена, связывающего симметричную антенну с несимметричным фидером - 75-омным коаксиальным кабелем - показаны на рис. 12.18. КСВ антенны не превышает 1,1.

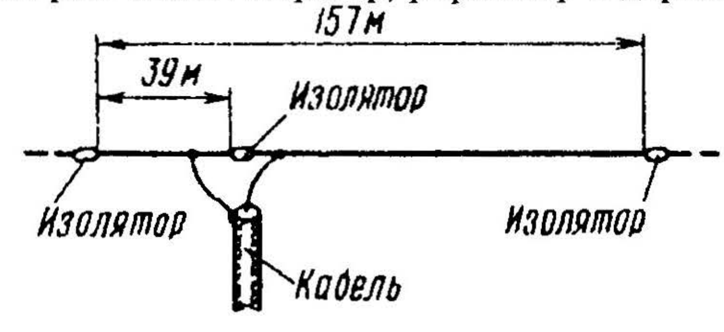


Рис. 12. 16. Диполь на диапазон 160 метров

Примечание. Хотя траверса в такой антенне могла бы

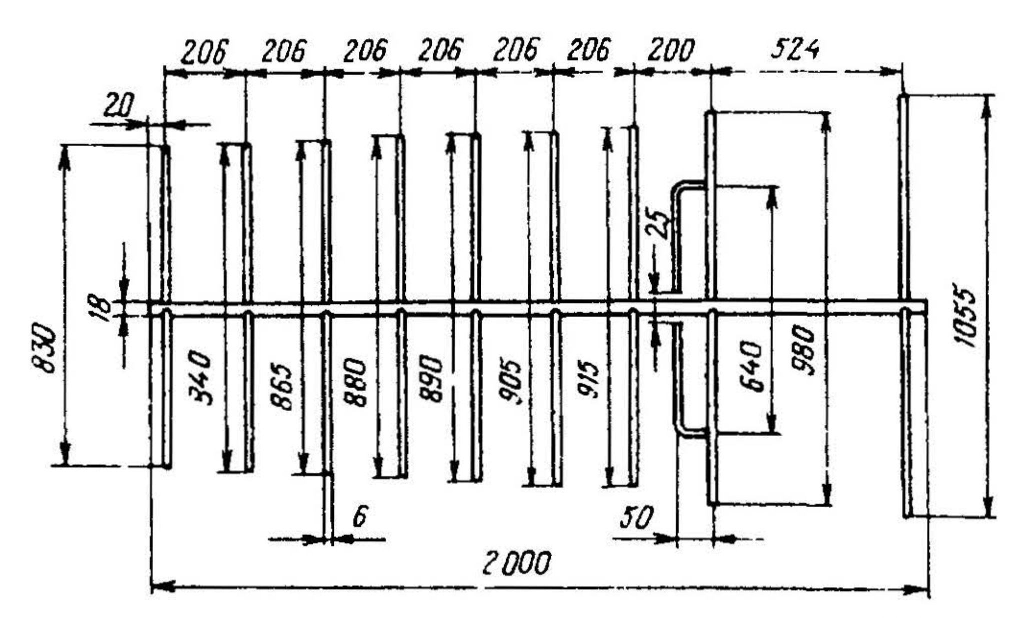


Рис. 12. 17. 9-ти элементный волновой канал на 144 Мгц

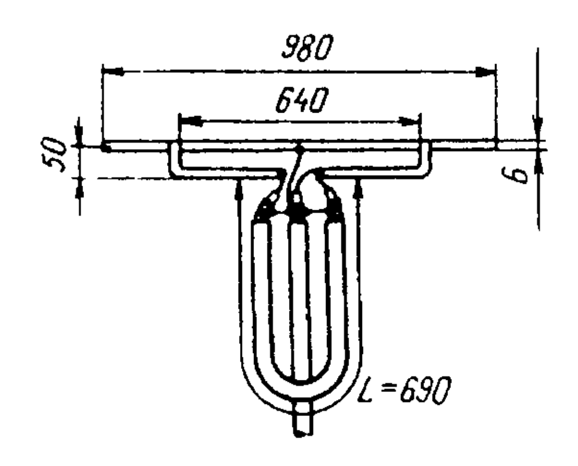


Рис. 12 18. Симметрирующее U-колено

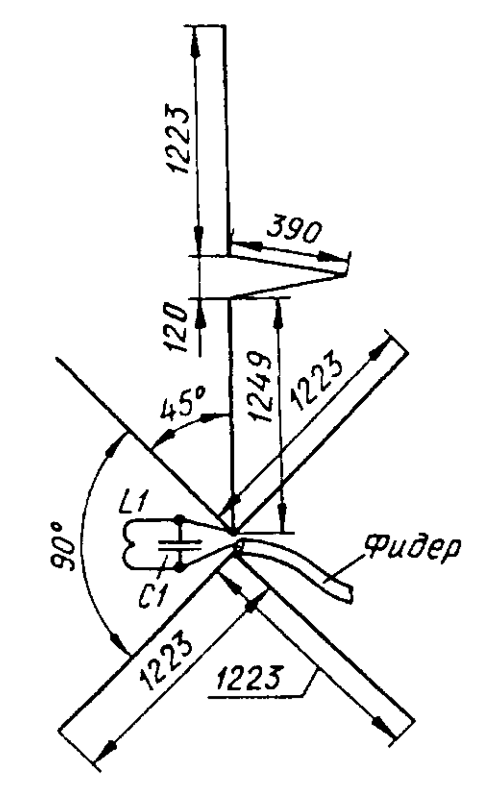


Рис. 12. 19. Синфазная антенна вертикальной поляризации на 144 Мгц

быть и металлической, автор использует здесь, по-видимому, диэлектрик.

Антенна на 144 Мгц. КВ журнал, 1996, 3, с. 11-12.

Антенна представляет собой два фазосмещенных 5/8λ-вибратора (рис. 12.19). К основанию нижнего, под углом 45° к нему, подключены еще два излучателя, которые значительно расширяют полосу рабочих частот. Чуть более длинные противовесы "смотрят" вниз, под углом 45° к мачте. С фидером - 50-омным коаксиальным кабелем - антенна согласуется контуром L1 C1.

На рис. 12.20 показана конструкция антенны. Фазосдвигатель - две "встречно" включенных катушки индуктивности - наматывают на диэлектрической вставке, разделяющей вибраторы (параметры фазосдвигателя - число витков и др. - не приведены). Бескаркасную катушку L1 наматывают проводом диаметром 1,5 мм, ее внутренний диаметр - 16 мм, число витков - 2.

В антенне заводского изготовления (USN STAR GP ANTENNA VHF) вибраторы выполнены коническими. В любительском варианте они могут быть сделаны из трубок постоянного диаметра.

Усиление антенны по отношению к полуволновому вибратору - 5...6 дб.

Двухдиапазонная УКВ антенна. КВ журнал, 1997, 2, с. 18-19.

Конфигурация антенны, способной работать в диапазонах 144 и 430 Мгц без какой-либо перестройки, показана на рис. 12.21. Она состоит из λ/4-штыря на диапазон 144 Мгц, вставленного в "стакан" высотой λ/4 для диапазона 430 МГц. Влияние "стакана" при работе на 144 МГц невелико, вносимая им небольшая индуктивность компенсируется укорочением штыря. На диапазоне 430 Мгц длина выступающей из "стакана" части штыря близка к 5/8λ. В этом диапазоне частот "стакан" работает как согласующий трансформатор.

Конструктивно антенна может быть выполнена так, как показано на рис. 12. 22. Ее опорой служит накидная часть коаксиального разъема, того же PL-259. Штырь рекомендуется сделать составным: из латунного прутка диаметром 4 мм в нижней, "внутристаканной" его части и надвигаемой на него при настройке трубки, имеющей внешний диаметр 6 мм. "Стакан" изготавливают из трубки диаметром 8 мм и толщиной стенки 0,5 мм. Его "дно" представляет собой впаянную металлическую втулку, имеющее отверстие под центральный

вывод разъема. Их скрепляют боковым винтом. Но механически такое соединение недостаточно прочно и его следует усилить. Например, надвигаемой на "стакан" и разъем стеклотекстолитовой обоймой. Вкладыш, фиксирующий положение штыря в верхней части "стакана" и препятствующий попаданию в него влаги, можно сделать из менее прочного диэлектрика, например, из полистирола.

"Землей" антенны может служить любая металлическая поверхность или противовесы, но их должно быть не менее трех на каждый диапазон.

Настройку антенны - по минимуму КСВ в каждом из диапазонов - осуществляют изменением длины штыря и, в небольших пределах, перемещением самого "стакана".

Две такие антенны могут составить дипольный излучатель.

Буторин Г. Механнчески прочная КВ антенна. Радио, 1990, 5, с. 24-27.

Антенны, в которых нужная диаграмма направленности достигается суммированием излучения нескольких пространственно разнесенных вибраторов, каждый из которых имеет персональную задержку, имеют лучшие параметры по сравнению с одновибратолрными.

Конфигурация антенны с двумя активными вибраторами, с обеспечивающей их работу фазосдвигающей цепочкой, показана на рис. 12.23. Ее размеры для Си-Би и 2-метрового диапазона приведены в таблице 12.2. Кабель фидера

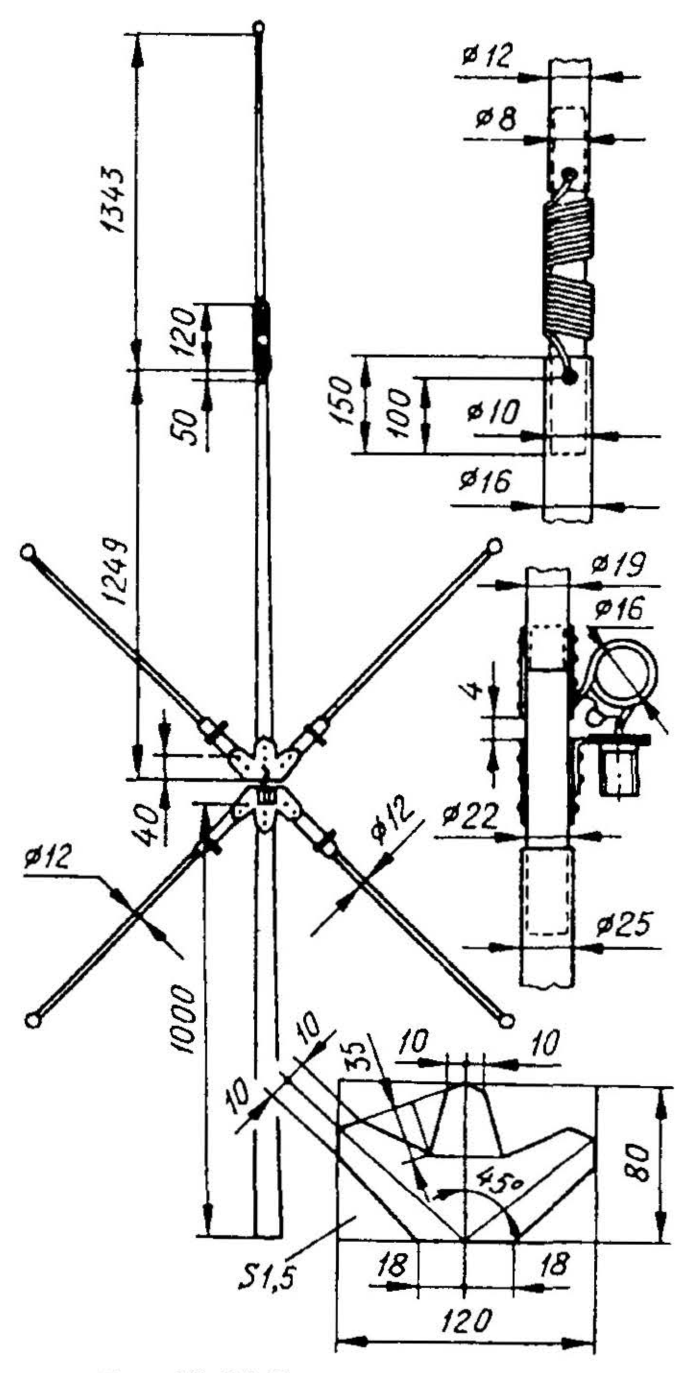


Рис. 12. 20 Конструкция антенны

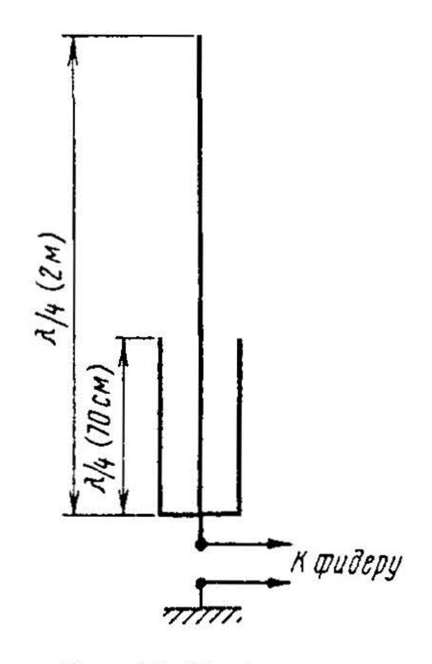


Рис. 12. 21. Антенна на 144 и 430 Мгц

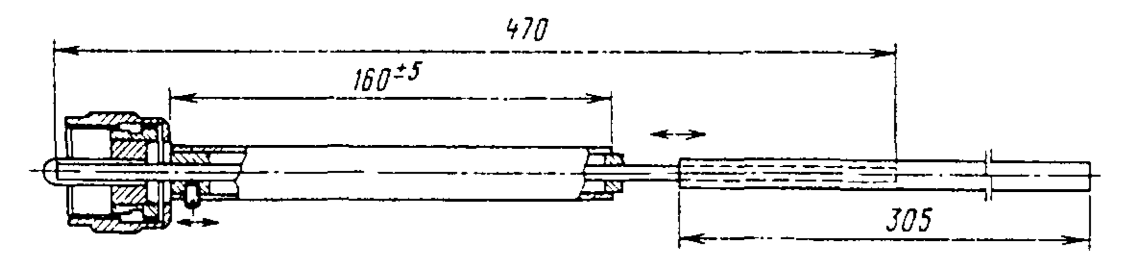


Рис. 12. 22. Конструкция двухдиапазонной антенны

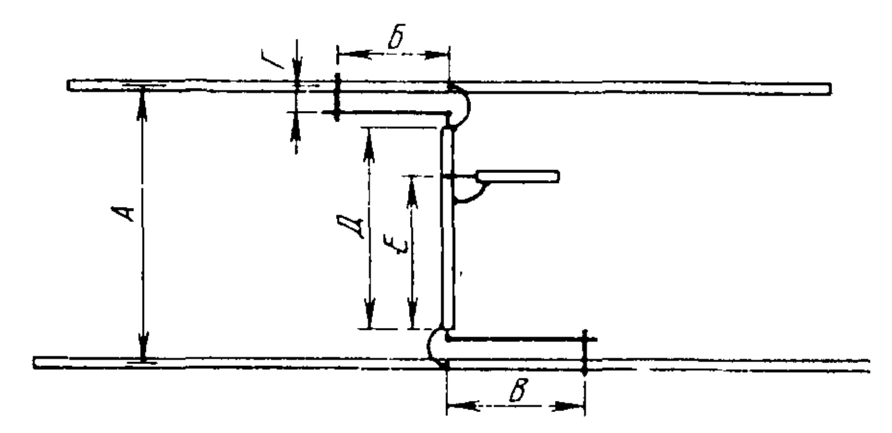


Рис. 12. 23. Антенна с двумя вибраторами

и фазосдвигающей цепочки - РК-75-9-13. Диаметр труб вибратора - 30 мм.

Усиление антенны с двумя активными вибраторами на 3,4 дб превышает усиление антенны с пассивным рефлектором. Подавление обратного лепестка может достигать 40...50 дб, против 25 дб в рефлекторной антенне.

Таблица 12.2

Элемент	Си-Би, см	144-146 МГц, см
Директор	510	98
Рефлектор	554	106
А	139	25,8
Б	69	13,2
В	75	14,2
Г	6,3	1,1
Д	144	26
Е	116	21,6

Пеленгационные антенны, позволяющие определить направление на работающий передатчик, когда-то представляли интерес лишь для спецслужб и радиолюбителей-"лисоловов". В настоящее время к пеленгационной технике возник и "пользовательский" интерес: резко возросшее число работающих в эфире, уровень вольно или невольно привносимых ими помех вынуждает искать их источники.

К пеленгационным относятся следующие четыре антенны.

1. **Присяжнюк В. Приемники "лисолова" на интегральных схемах.** Радио, 1974, 9. 2. **Гречихин А. Соревнования "Охота на лис".** ДОСААФ, М., 1973.

Антенна, показанная на рис. 12.24, представляет собой четырехэлементный волновой канал на диапазон частот 144-146 Мгц. Ее несущая штанга выполнена из диэлектрика - стекловолоконной трубки, ударопрочного поли-

стирола и т.п. Рефлектор, вибратор и директоры антенны изготавливают из профилированной, жолобообразной стальной ленты (от рулетки). Антенный вход приемника включен в разрыв вибратора.

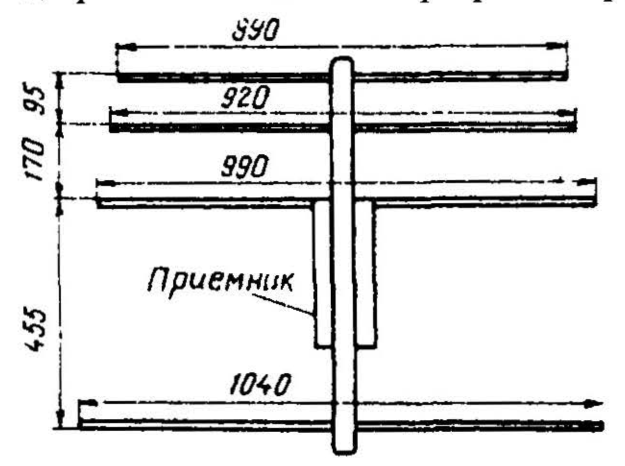
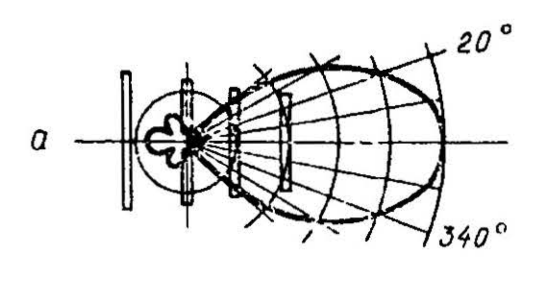


Рис. 12. 24 Волновой канал пеленгатора

Диаграмма направленности антенн такого рода показана на рис. 12.25. Уровень сигнала достигает максимума, если на корреспондента "смотрят" директоры антенны.



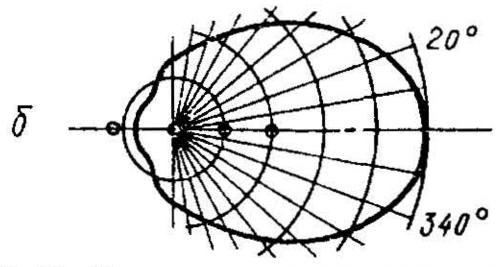


Рис. 12. 25. Диаграмма направленности четырехэлементной антенны "волновой канал": а - в горизонтальной плоскости; б - в вертикальной плоскости

Конструкция пелегационной антенны, способной работать в диапазоне частот 27...28 МГц, показана на рис. 12.26.

Электростатический экран антенны (в рамке пеленгатора он обязателен) изготавливают из алюминиевой трубки диаметром 8 мм, согнутой в незамкнутое кольцо диаметром 300 мм . В него вводят провод в полихлорвиниловой изоляции диаметром 0,8 мм, принимая меры к тому, чтобы он занял в трубке центральное положение. Этот виток - рамка антенны*.

Диаграмма направленности рамочной антенны показана на рис. 12.27. Для того, чтобы убрать двузначность пеленга, к рамочной антенне добавляют еще одну - штыревую. Это может быть, например, полуметровый

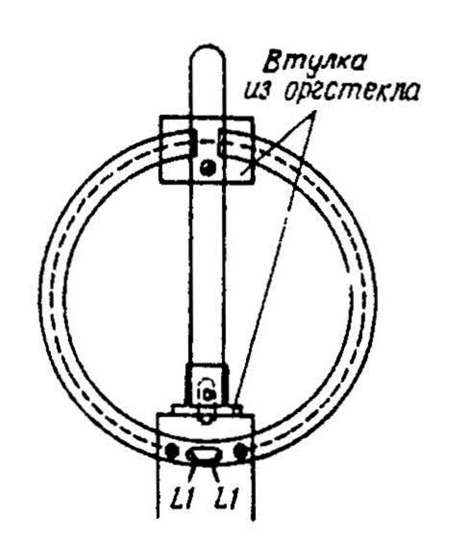


Рис 12. 26. Рамочная антенна пеленгатора

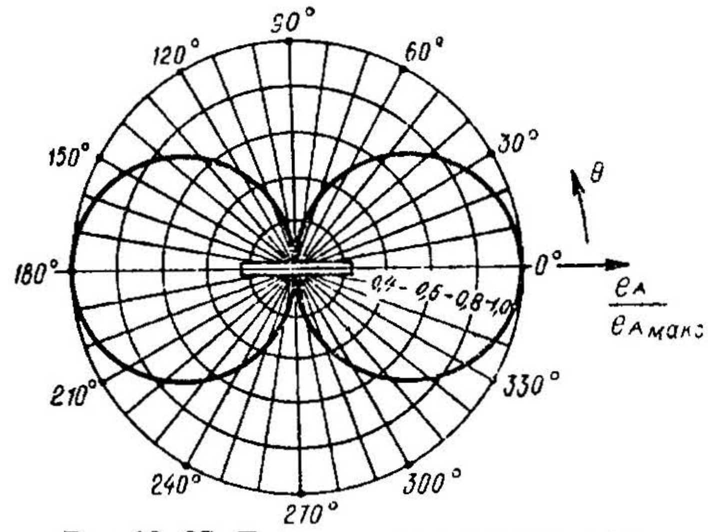


Рис. 12. 27. Диаграмма направленности рамочной антенны

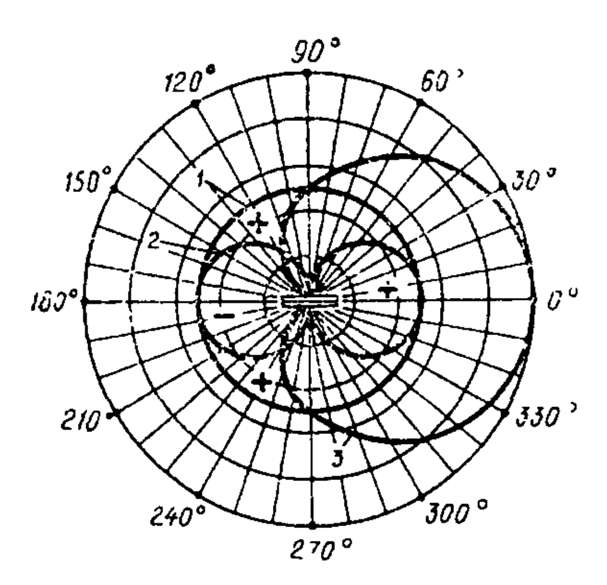


Рис. 12. 28. Образование кардиоидной диаграммы направленности антенны "рамка + штырь": 1 - диаграмма направленности штыревой антенны; 2 - диаграмма направленности рамочной антенны; 3 - результирующая диаграмма направленности

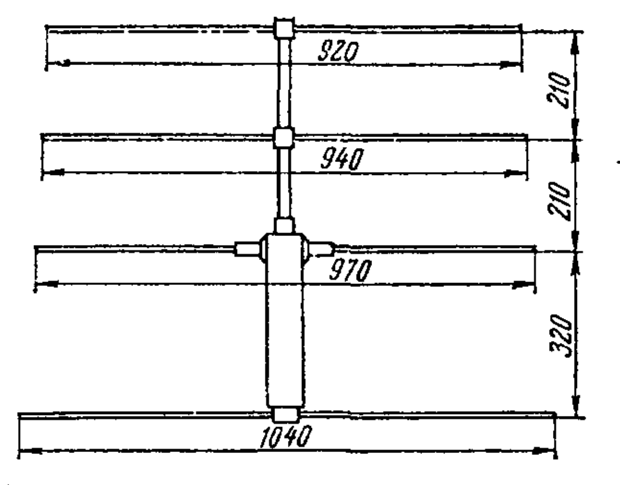


Рис. 12. 29. Волновой канал пеленгатора

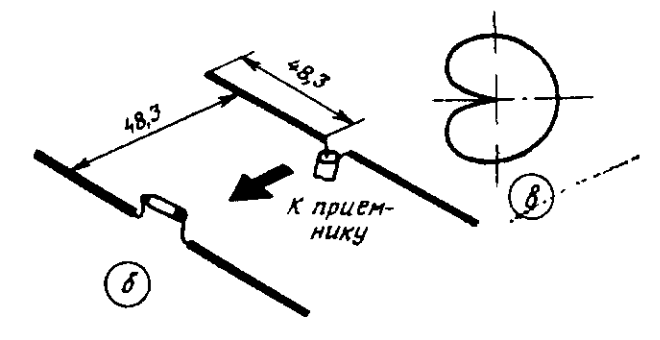


Рис. 12. 30. Пеленгационная антенна с поглощающим рефлектором (б) и ее диаграмма направленности (в)

отрезок стальной профилированной ленты от рулетки. Если суммировать сигналы этих двух антенн, то изменением амплитуды одного из них за счет смещения фаз "рамочного" и "штыревого" сигналов можно получить диаграмму направленности, близкую к кардиоиде (рис. 12.28).

Хотя рамочно-штыревая антенна дает однозначный пеленг, но ее минимум не так четко выражен, как в рамочной антенне. Поэтому в пеленгаторе нередко ставят переключатель, которым после определения истинного направления на передатчик штыревую антенну отключают и в дальнейшем ориентируются лишь по "рамочному" минимуму.

---

*) Индуктивность круглого витка из сплошного медного провода:

L = 0,013 R (ln(R/d) + 0,079],

где L - индуктивность, мкГн;

ln - натуральный логарифм;

R - радиус витка, см;

d - диаметр провода, см.

Калачев В. , Верхотуров В. Трехдиапазонный приемник длв "охоты на лис". Радио, 1969, 4, с. 20.

Конструкция еще одного волнового канала такого же назначения показана на рис. 12.29. Здесь корпус приемника является и частью траверсы: на одном его конце крепят рефлектор, на другом - вибратор. Корпус приемника удлиняют 15...20-мм диэлектрической трубкой, на которой монтируют оба директора. Диапазон частот антенны - 144...146 МГц.

Направленные антенны с "поглощающим" элементом. Радио, 1983, 2, с. 62.

Пеленгационная антенна другого типа на диапазон 144...146 МГц показана на рис. 12.30, б. На рис. 12.30, в показана ее диаграмма направленности. Она формируется за счет рефлектора, в разрыв которого включен безиндукционный резистор сопротивлением ~ 10 Ом мощностью 0,5...2 Вт. Рефлектор имеет

те же размеры, что и вибратор.

Настраивают антенну по находящемуся в отдалении контрольному радиопередатчику, добиваясь небольшими перемещениями рефлектора и изменением сопротивления поглощающего резистора минимального Uмин/Uмах, где Uмах и Uмин - наибольший и наименьший уровни сигналов на выходе антенны (на выходе УРЧ или УПЧ приемника с выключенной АРУ), возникающие при ее повороте.

Направление на передатчик здесь определяют, очевидно, по минимуму принимаемого сигнала.

Полоса частот, в которой такая антенна работает достаточно эффективно, примерно равна полосе пропускания обычного полуволнового диполя. При тщательной ее настройке ослабление "назад" может достигать 75 дб.

Ротхаммель К. Антенны. "Бояныч", С-П., 1998.

Антенна DDRR в Си-Би (с. 351).

Антенна замечательна тем, что несмотря на малую свою высоту (рис. 12.31), является антенной вертикальной поляризации.

Ее основанием служит жестяной диск (это может быть и какая-либо другая металлическая поверхность, например, крыша автомобиля), над которым на опорах-изоляторах установлен кольцевой излучатель. Размеры элементов:

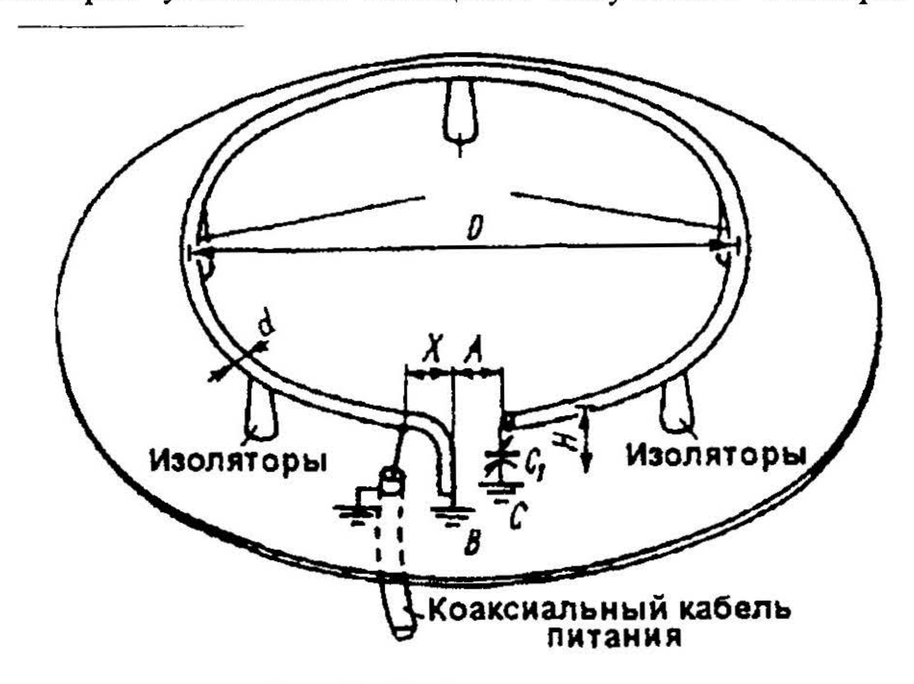


Рис 12. 31 Антенна DDRR

D = 751 мм, H = 84 мм (или 89 мм, если отсчет вести от центра проводника излучателя), A = 50 мм, d = 10 мм, X = 17 мм (примерное положение отвода, зависящее от H, d, волнового сопротивления кабеля, уточняется при настройке), C1 = 27 пФ.

Антенна имеет круговую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости. В вертикальной плоскости угол возвышения над горизонтом зависит от диаметра диска: при его увеличении излучение антенны прижимается к земле. В любом случае диаметр диска должен быть несколько больше диаметра излучателя. Эффективность антенны может быть увеличена подключением к диску возможно большего числа радиальных проводников.

Настраивают антенну в два приема: сначала в резонанс подстроечным конденсатором C1 по ГИРу, а затем - под контролем КСВ-метра, стремясь к КСВ = 1 - ищут наилучшую точку подключения гамма-согласователя.

Несмотря на то, что по своей эффективности антенна уступает четвертьволновому вибратору (-2,5 дб), ее геометрия оказалась настолько привлекательной, что DDRR была запатентована фирмой Нортроп (ее автор - радиолюбитель W6UYH) и поставлена в массовое производство.

При соответствующем изменении размеров антенна может работать и на других частотах. В диапазоне 144-146 Мгц, например, ее размеры должны быть: D = 160 мм, H ⩾ 15 мм, A = 10 мм, d = 5...10 мм, C1 = 5 пФ. Точку присоединения кабеля X находят экспериментально. Диаметр диска - не менее 500 мм.

4-элементный волновой канал на 430 Мгц (с. 409).

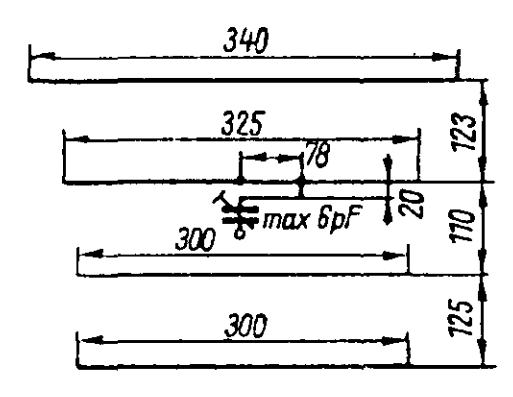


Рис 12. 32 4-элементный волновой канал на 430 Мгц

Основные размеры антенны показаны на рис. 12.32. Диаметр вибратора, рефлектора, директоров - 8 мм. Диаметр траверсы - 15 мм. Диаметр посеребренного провода гамма-согласователя - 2 мм. Входное сопротивление антенны - 50...60 Ом.

В качестве линии связи используется коаксиальный кабель, внутренний проводник которого включают последовательно с подстроечным конденсатором, а оплетку соединяют с серединой вибратора.

Коэффициент усиления антенны - ~6,5 дб. Обратное ослабление - ~14 дб. Горизонтальный угол раскрыва - ~60°, вертикальный - ~100°.

15-элементный волновой канал на 430 Мгц (с. 411-412).

Основные размеры антенны показаны на рис. 12.33, а, а ее согласующее устройство (под 52-омный коаксиальный кабель) - на рис. 12.33, б. Диаметр проводника гамма-согласователя - 1 мм. Оплетку кабеля припаивают к середине вибратора, а его внутренний проводник - к гамма-согласователю.

Директоры антенны изготавливают из дюралюминиевых прутков диаметром 4 мм. Все они имеют длину 300 мм. Вибратор и рефлектор - дюралюминиевые прутки диаметром 6 мм. Траверсу антенны изготавливают из дюлалюминиевой или стальной трубы диаметром 10 мм.

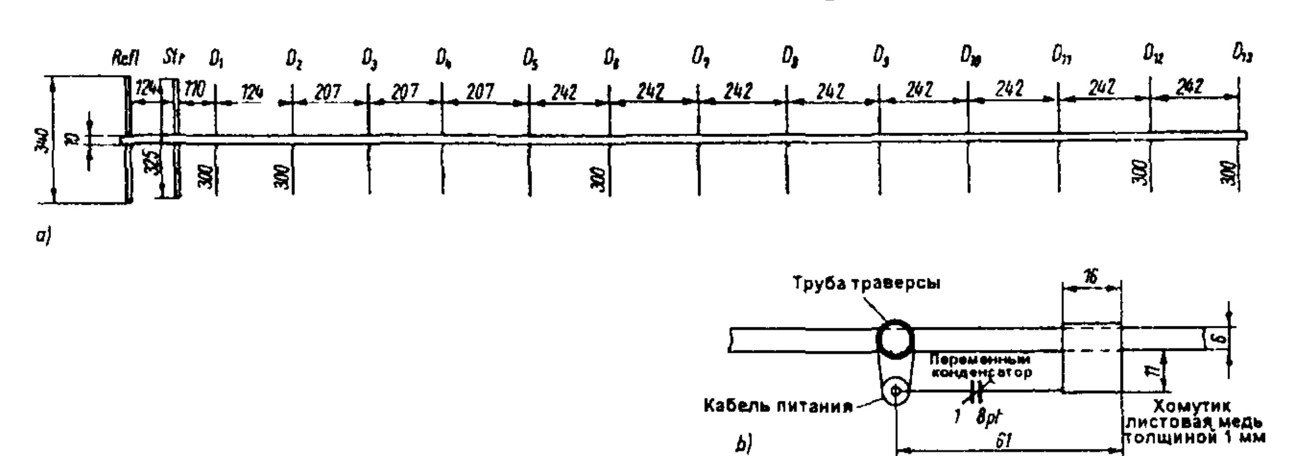


Рис 12. 33. 15-элементный волновой канал на 430 Мгц (а), согласующее устройство (б)

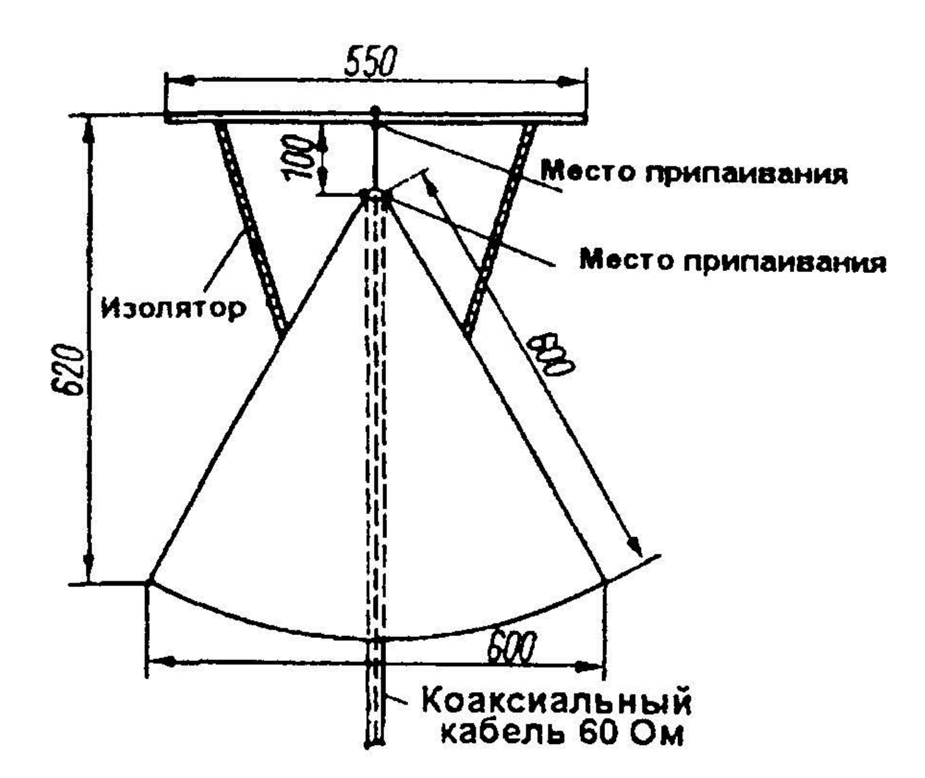


Рис. 12. 34. Диско-конусная антенна на диапазон 85...500 Мгц

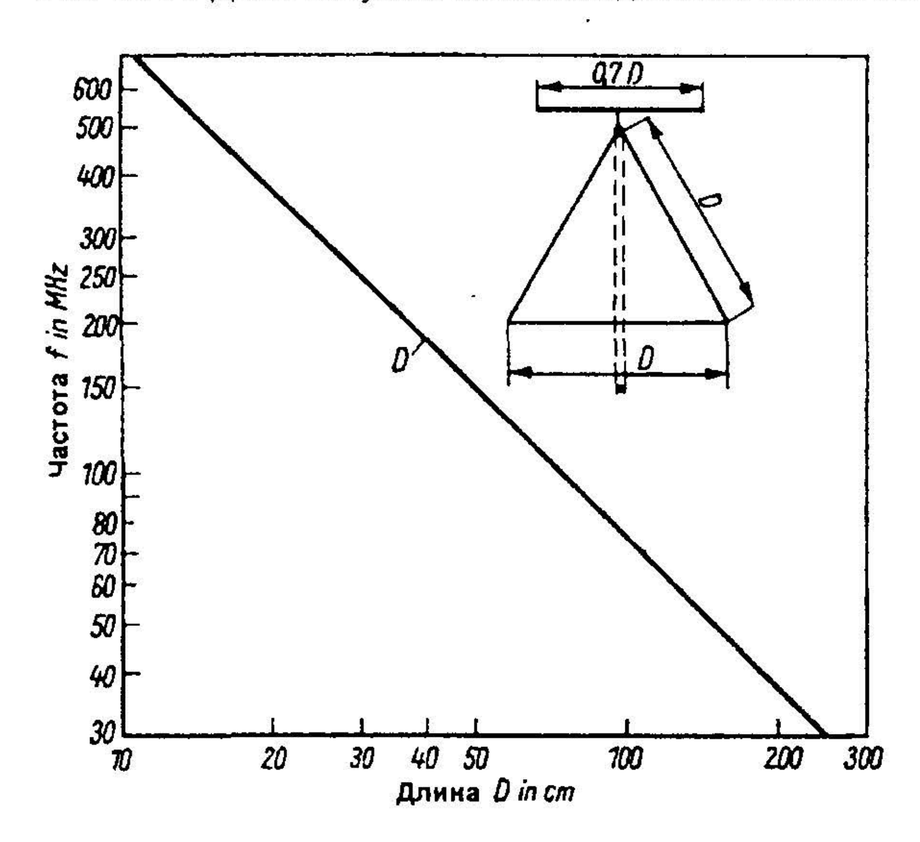


Рис. 12. 35. Зависимость частотного диапазона диско-конусной антенны от ее размеров

Входное сопротивление антенны - 50...60 Ом. Коэффициент усиления - ~15 дб. Обратное ослабление - ~22 дб. Горизонтальный угол раскрыва - ~28°, вертикальный - ~30°.

Диско-конусная антенна на 85...500 Мгц (с. 416-418).

Основные размеры антенны приведена на рис. 12.34. Конус и диск антенны изготавливают из меди, латуни или жести. Внутренний проводник 60-омного коаксиального кабеля оголяют на длине 100 мм и припаивают к центру диска,

а его оплетку - к конусу.

Механически диск скрепляют с конусом с помощью 3-4-х диэлектрических опор.

В полосе частот 85...500 МГц КСВ антенны не превышает 1,5.

Рабочий диапазон частот диско-конусной антенны может быть смещен в ту или другую сторону в соответствии с графиком на рис. 12.35.

Двойной квадрат на 144 Мгц (с. 473-474).

Основные размеры антенны показаны на рис. 12.36. Ее входное сопротивление Rвх≅70 Ом. При подключении коаксиального кабеля, имеющего волновое сопротивление Z≅Rвх, рекомендуется воспользоваться каким-либо симметрирующим устройством. Коэффициент усиления антенны 5 дб. Обратное ослабление 13 дб. КСВ на частоте 144,5 Мгц - 1,035, на частоте 146 Мгц - 1,23.

Для вычисления размеров антенны для других рабочих частот в диапазоне УКВ можно воспользоваться следующими формулами (длина - в миллиметрах, частота f - в МГц):

общая длина излучателя - 304635/f, сторона его квадрата - 76150/f;

общая дина рефлектора - 334000/f, сторона его квадрата - 83500/f;

расстояние излучатель-рефлектор (при Rвх = 70 Ом) - 25720/f.

Приняв такие размеры, можно обойтись без какой-либо подстройки вибратора и рефлектора антенны.

Сушко С. Спиральная антенна для портативных радиостанций. Радиолюбитель, 1992, 5, с. 14.

Каркас антенны изготавливают из не слишком хрупкого высокочастотного диэлектрика, например, из полиэтилена или ударопрочного полистирола (рис. 12.37, а).

Намотку антенны ведут так, как показано на рис. 12.37, б. Обмотка 1

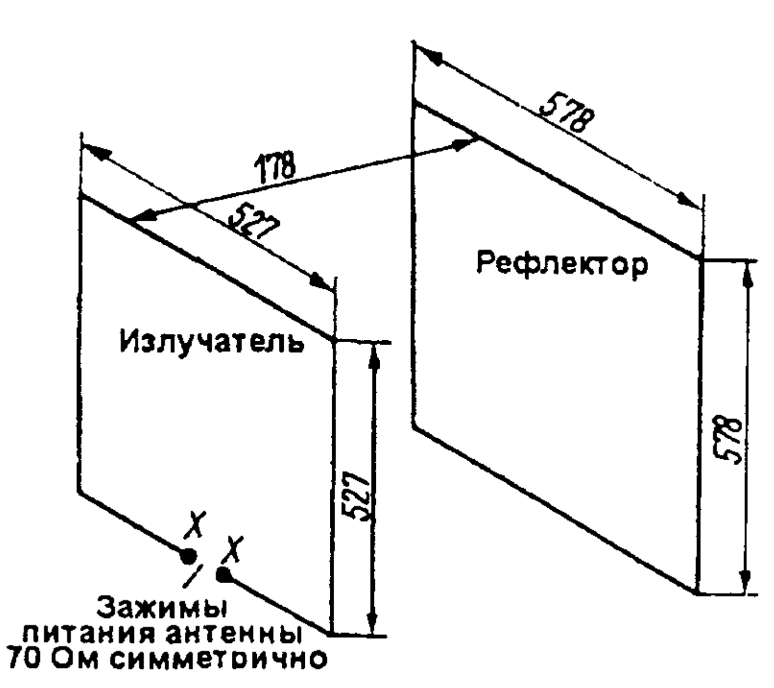


Рис. 12. 36. Антенна "двойной квадрат" на 144-146 МГц

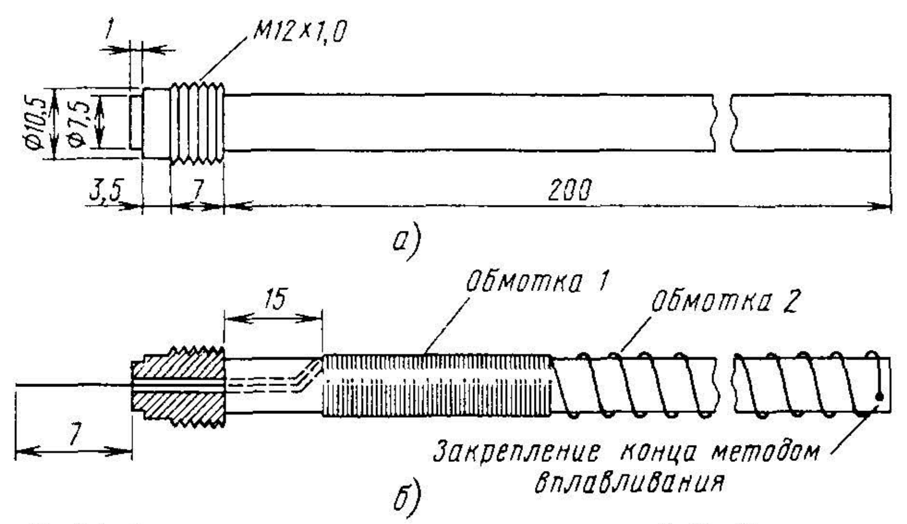


Рис. 12. 37. Спиральная антенна для портативной Си-Би радиостанции

содержит 80 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,4 мм, намотанного виток к витку на участке длиной 34 мм, обмотка 2 - 29 витков того же провода, расположенного с шагом, равномерно на участке длиной 150 мм. Нижний конец обмотки 1 выводят через отверстие в нижней части каркаса и распаивают в штырьке разъема СР-50-74ФВ, верхний лишь как-то фиксируют - приклеивают, вжигают и т.п.

Настройку антенны ведут отмоткой-домоткой витков со стороны разъема. Ее правильность лучше проверять при работе станции на передачу по индикатору поля, удаленному от нее на 5...10λ.

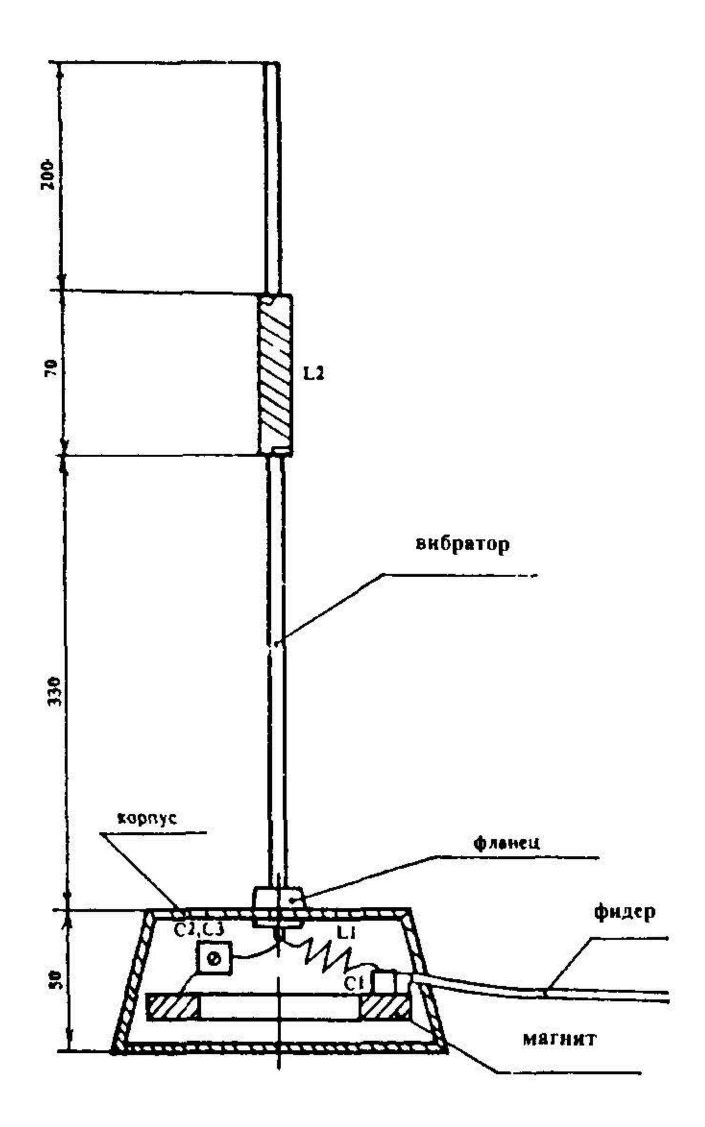
По окончании настройки обмотку антенны необходимо зафиксировать. Лучше это сделать, "осадив" на ней термоусадочную трубку, которая придаст антенне и привлекательный внешний вид.

Входное сопротивление антенны - 30...35 Ом.

Стасенко В. Автомобильная радиостанция для личной связи. Радиолюбитель, 1993, 4, с. 16.

Конструкция антенны показана на рис. 12.38, а, электрическая схема с согласующим устройством - на рис. 12.38, б.

В корпусе антенны, изготовлен-



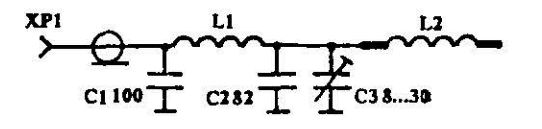


Рис. 12. 38. Автомобильная Си-Би антенна (а), ее электрическая схема (б)

ном из ударопрочного полистирола, размещен достаточно мощный кольцевой магнит от динамической головки и элементы согласующего П-контура. Для предотвращения царапин и увеличения коэффициента трения снизу корпус оклеивают тонким слоем полиуретана.

Катушка L1 - бескаркасная. Она содержит 10 витков посеребренного провода ПСР-1,2 и намотана с шагом 1,5 мм. Удлиняющая катушка намотана на каркасе диаметром 10 мм (оргстекло, фторопласт и т.п.) проводом ПСР-1,0 и имеет 20 витков. Шаг намотки - 2 мм.

После монтажа и общей настройки антенны удлиняющая катушка должна быть как-то защищена от непогоды (чехлом, заливкой и т.п.).

Вибратор антенны выполнен из трубки нержавеющей стали диаметром 4 мм.

Соединительный кабель - РК50, его длина - 4 м. Внутренний проводник соединяют с катушкой L1, а оплетку - с кольцом, обрамляющим магнит. Кабель выводят через боковое отверстие в корпусе антенны.

Настройка антенны (стоящей строго на отведенном ей месте) каких-либо особенностей не имеет: подстроечным конденсатором C3 и, возможно, изменением длины верхнего фрагмента вибратора минимизируют КСВ антенны в середине диапазона рабочих частот.

12.2. КАК НАСТРОИТЬ АНТЕННУ

Среди антенн, в том числе и заводского изготовления, практически нет не требующих уточняющей настройки "по месту". Настоящий раздел посвящен радиолюбительским приборам, с помощью которых можно настроить антенну на диапазон рабочих частот и согласовать ее с приемо-передающей аппаратурой.

Виноградов Ю. КСВ-метр с согласующим устройством. Радио, 1996, 11, с. XIV-XV.

На рис. 12.39 приведена принципиальная схема прибора, включающего в себя КСВ-метр, с помощью которого можно настроить Си-Би антенну, и согласующее устройство, позволяющее привести сопротивление настроенной антенны к Ra = 50 Ом.

Элементы КСВ-метра: T1 - трансформатор антенного тока, намотанный на ферритовом кольце М50ВЧ2-24 12x5x4 мм. Его обмотка I - продетый в кольцо

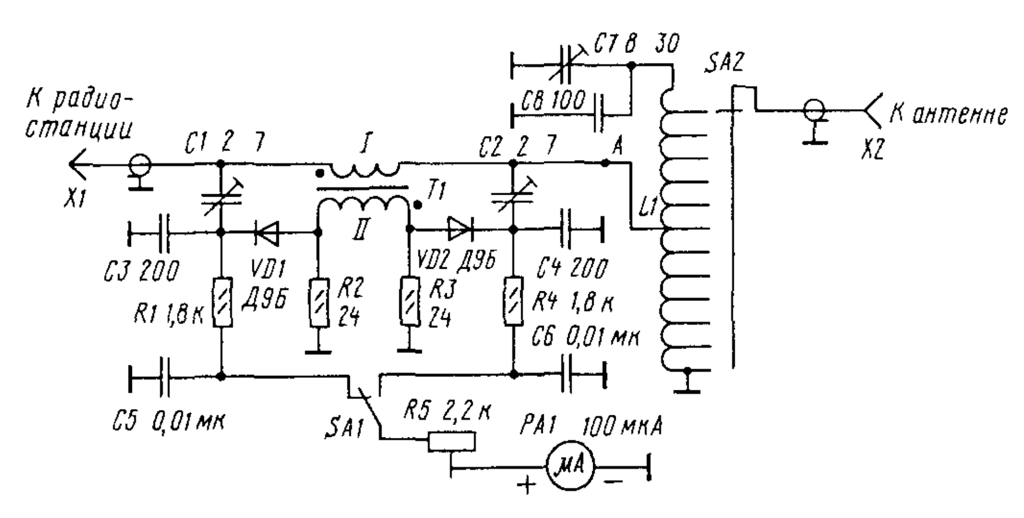


Рис. 12. 39. КСВ-метр с согласующим устройством

проводник с антенным током, обмотка II - 20 витков провода в пластиковой изоляции, ее наматывают равномерно по всему кольцу. Конденсаторы C1 и C2 - типа КПК-МН, SA1 - любой тумблер, PA1 - микроамперметр на 100 мкА, например, М4248.

Элементы согласующего устройства: катушка L1 - 12 витков ПЭВ-2 0,8, внутренний диаметр - 6, длина - 18 мм. Конденсатор C7 - типа КПК-МН, C8 - любой керамический или слюдяной, рабочее напряжение не менее 50 В (для передатчиков мощностью не более 10 вт). Переключатель SA2 - ПГ2-5-12П1НВ.

Устройство монтируют, минимизируя паразитные индуктивности и емкости ВЧ проводников.

Для настройки КСВ-метра его выход отключают от согласующего контура (в т. А) и соединяют с 50-омным резистором (два параллельно включенных резистора МЛТ-2 100 Ом), а ко входу подключают Си-Би радиостанцию, работающую на передачу. В режиме измерения прямой волны - в указанном на рис. 12.39 положении SA1 - прибор должен показать 70...100 мкА. (Это для передатчика мощностью 4 Вт. Если он мощнее , то "100" на шкале PA1 выставляют иначе: подбором резистора, шунтирующего PA1 при закороченном резисторе R5.)

Переключив SA1 в другое положение (контроль отраженной волны), регулировкой C2 добиваются нулевых показаний PA1.

Затем вход и выход КСВ-метра меняют местами (КСВ-метр симметричен) и эту процедуру повторяют, устанавливая в "нулевое" положение C1.

На этом настройку КСВ-метра заканчивают, его выход подключают к седьмому витку катушки L1.

КСВ антенного тракта определяют по формуле: КСВ = (A1 + A2)/(A1-A2), где A1 - показания PA1 в режиме измерения прямой волны, а A2 - обратной. Хотя вернее было бы говорить здесь не о КСВ, как таковом, а о величине и характере антенного импеданса, приведенного к антенному разъему станции, о его отличии от активного Ra = 50 Ом.

Антенный тракт будет настроен, если изменениями длины вибратора, противовесов, иногда - длины фидера, индуктивности удлиняющей катушки (если она есть) и др. будет получен минимально возможный КСВ.

Некоторая неточность настройки антенны может быть компенсирована расстройкой контура L1C7C8. Это можно сделать конденсатором C7 или изменением индуктивности контура - например, введением в L1 небольшого карбонильного сердечника.

Как показывает опыт настройки и согласования Си-Би антенн самых разных конфигураций и размеров (0,1...3λ), под контролем и с помощью этого прибора нетрудно получить КСВ = 1...1,2 в любом участке этого диапазона.

Ротхаммель К. Антенны. "Бояныч", С-П., 1998, с. 567-570.

Антенноскоп предназначен для измерения входного сопротивления антенно-фидерного тракта. Он представляет собой высокочастотный мост, в одно плечо которого включают исследуемый двухполюсник, а в другое - переменный безиндукционный резистор (рис. 12.40). Если сопротивление двухполюсника активно и равно Rx, то мост будет полностью сбалансирован при R3 = Rx и величина Rx может быть считана со шкалы проградуированного в омах резистора R3.

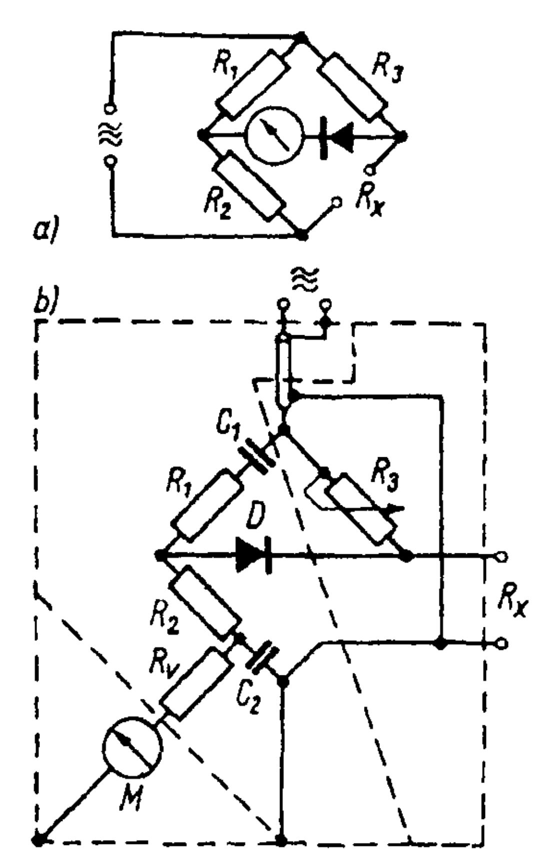


Рис. 12. 40. Антеиноскоп - прибор для измерения входного сопротивления антенны: а) принципиальная схема; б) элементы прибора: R1 = R2 = 200 Ом, C1 = C2 = 500 пФ, микроамперметр на 200 мкА (штриховой показана их экранировка)

Номиналы резисторов R1 = R2 (точность 1%) могут быть и другими, например, 150 или 240 Ом. Нужную пару подбирают из 10- или 20%-ных резисторов по цифровому омметру.

Элементы антенноскопа размещают в трех экранированных отсеках (экран показан штриховой). Все они должны иметь минимальную емкость (собственную и по отношению к экрану) и индуктивность. Резистор R3 = 470 Ом устанавливают на опорах-изоляторах. Его ось вводят в удлинитель, изготовленный из достаточно прочного диэлектрика, например, стеклотекстолита, на конце которого крепят ручку-указатель.

Градуируют резистор R3 по цифровому омметру. На его шкале рекомендуется отметить точки "50" и "75" - волновое сопротивление коаксиальных кабелей, с которыми обычно имеют дело. Если измерения предполагают вести лишь в низкоомных цепях, то сопротивление резистора R3 можно уменьшить до 100...150 Ом. Это увеличит точность отсчета.

Микроамперметр М - типа М4248. Или какой-либо другой с током полного отклонения 50...200 мкА.

Антенноскоп питается от ВЧ генератора мощностью ~0,2 Вт. Это может быть генератор стандартных сигналов, гетеродинный индикатор резонанса (ГИР) или радиостанция, работающая в режиме пониженной мощности. Диапазон частот - до 150...250 МГц.

Если антенноскоп не удается сбалансировать "под нуль", это значит, что в контролируемой цепи есть реактивная составляющая, т.е. - антенна расстроена. В таком случае, изменяя частоту ВЧ генератора, ищут ее действительный резонанс. Затем тем или иным способом (удлинением-укорочением вибратора, противовесов и др.) антенну приводят в диапазон рабочих частот. И лишь тогда измеряют ее входное сопротивление. Если оно отличается от принятого в связной технике стандарта (обычно - 50 Ом), его приводят к этому нормативу тем или иным согласующим устройством - широкополосным трасформатором, П-контуром и др.

Настройку и согласование антенны ведут, как правило, методом последовательных приближений: после настройки и согласования уточняют настройку и согласование и так до точной настройки антенны в диапазон с достижением равных и возможно меньших значений КСВ на его краях.

Виноградов Ю. Проект "Незабудка". Радио, 1997, 10, с. 6-7.

Описанный здесь микромощный Си-Би передатчик после перевода его в

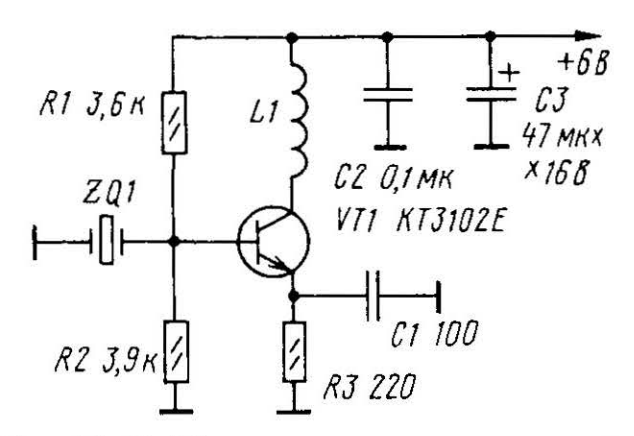


Рис. 12. 41. Микропередатчик для настройки антенны

режим непрерывного излучения (рис. 12.41) может стать довольно удобным инструментом для сквозной настройки антенно-фидерного тракта (а при желании - и ВЧ каскадов приемника) и оценки "фигуры излучения" антенны - ее чувствительности к сигналам, приходящим с разных направлений.

Частоту кварцевого резонатора ZQ1 выбирают в середине диапазона рабочих частот. Важно, чтобы это была частота основного его резонанса (на корпусе такого резонатора частота будет указана в "кГц", на гармониковом - в "МГц").

Излучателем микропередатчика, его "магнитной" антенной, является дроссель L1 - 30...50 витков провода ПЭВШО 0,25...0,4, намотанные виток к витку или с шагом на пластине стеклотекстолита 40x10x2 мм. Если "дальнобойность" передатчика окажется недостаточной, дроссель можно намотать на пластине большего размера или подключить к коллектору транзистора VT1 15...30-сантиметровый отрезок монтажного провода.

Передатчик может работать и с гармониковым кварцем. Но в этом случае дроссель потребуется заменить настроенным на середину частотного диапазона колебательным контуром. Его включают автотрасфороматорно (1/2...1/4 по виткам катушки) в коллекторную цепь транзистора.

Для сохранения с настраиваемой антенной лишь "эфирной" связи, микропередатчик нужно отнести от нее не менее, чем на 10...15 длин волн.

1. **Виноградов Ю. Антенный аттенюатор.** Радио, 11, 1997, с. 80.

2. **Рэд Э. Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике.** - "Мир", М.,1990, с. 229.

При наладке антенно-фидерного тракта нередко возникает необходимость внести в него дозированное ослабление сигнала. Принципиальная схема высокочастотного аттенюатора, которым можно выставить любое ослабление в пределах 1...47 дб с шагом 1 дб, показана на рис. 12.42. Его входное и выходное сопротивление - 50 Ом, диапазон рабочих частот - 0...30 МГц.

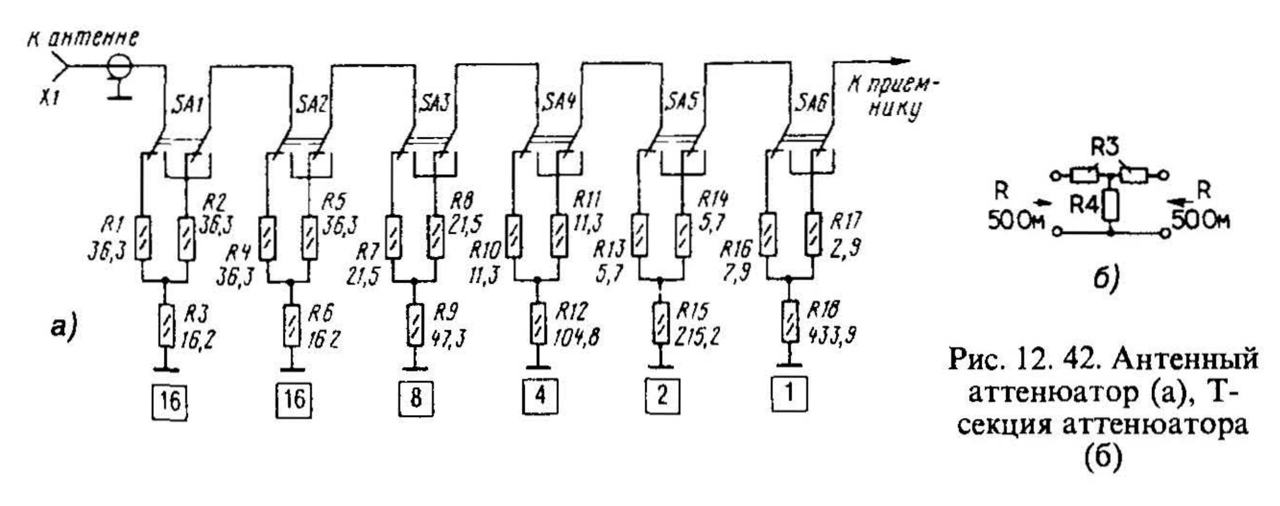


Рис. 12. 42. Антенный аттенюатор (а), Т-секция аттенюатора (б)

Аттенюатор монтируют на полоске одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Со стороны фольги устанавливают в ряд шесть сдвоенных тумблеров типа П2Т-1-18. Резисторы отбирают с помощью цифрового омметра. Монтаж навесной - выводы резисторов укорачивают до 3...4 мм и подпаивают непосредственно к выводам тумблеров и к фольге.

Аттенюатор можно поместить в металлическую коробку-экран или накрыть согнутой по месту жестяной накладкой. Хотя металлические "щеки" тумблеров выполняют здесь и функции межсекционных экранов, их, при необходимости, можно усилить, уложив между тумблерами зигзагообразную полоску из жести.

Конечно, ослабление, вносимое каждой Т-секцией (рис. 12.42, б), может быть и другим. Руководствуясь таблицей 12.3 [2], можно выбрать нужные для этого резисторы. Но не следует стремиться к большому ослаблению в одной секции - влияние паразитных емкостей может повести к потере заявленной точности.

С. Румянцев. Коаксиальный элемент нагрузки. Радио, 1983, 3, с. 17.

При настройке радиопередающей аппаратуры вместо антенны используют, как правило, антенный эквивалент - резистор, активное сопротивление

Таблица 12.3

А, дБ	R3, Ом	R4, Ом
1	2,9	433,9
2	5,7	215,2
3	8,5	132,0
4	11,3	104,8
5	14,0	82,2
6	16,6	66,9
7	19,0	55,8
8	21,5	47,3
9	23,8	40,6
10	26,0	35,0
11	28,0	30,0
12	30,0	26,8
13	31,7	23,5
14	33,3	20,8
15	35,0	18,4
16	36,3	16,2
17	37,6	14,4
18	38,8	12,8
19	40,0	11,4
20	41,0	10,0

которого равно активному сопротивлению антенно-фидерного тракта - обычно 50 Ом, а реактивное сведено к пренебрежимо малой величине.

Антенный эквивалент можно изготовить самому, составив его из резисторов типа МЛТ-2 100 Ом. Например, в виде трех последовательно включенных секций, каждая из которых состоит из шести параллельно

включенных резисторов. Общее сопротивления такого эквивалента составит Ra = R 3/6 = 100 3/6 = 50 Ом. Рассеиваемая им мощность достигает номинальных 2 18 = 36 Вт лишь при принудительной вентиляции - плотный монтаж и экранировка резисторов заметно ухудшают их теплоотдачу.

Выполненный в виде коаксиальной конструкции, антенный эквивалент может работать на частотах до 600 Мгц (КСВ $\leqslant$ 1,2).

В качестве антенного эквивалента мощностью до 50 Вт, способного работать в полосе частот до 4 ГГц, можно использовать резистор типа Р1-3-50.

Для относительно низких частот антенный эквивалент может быть выполнен планарно, например, на пластине фольгированного стеклотекстолита. Другими в нем могут быть число секций, число резистров в секции, сопротивление каждого резистора. Но при соблюдении обязательного условия: проводящий слой резистора, входящего в эквивалент, не должен иметь вид спирали. Такой резистор внесет в общее сопротивление индуктивную составляющую и может ухудшить КСВ эквивалента до совершенно неприемлемой величины.

В Си-Би в планарной технике могут быть выполнены не только антенные эквиваленты, но и 600...800-омные антенные нагрузки - те же "поглотители обратных лепестков" в антеннах бегущей волны (см. рис. 12.2).

Мешковец А. Высокочастотный амперметр. Радио, 1980, 5, с. 23.

На рис. 12.43 приведена принципиальная схема амперметра для измерения токов высокой частоты. В его основе мост, измеряющий элемент которого - терморезистор R4 - изменяет свое сопротивление под действием тока высокой частоты. Степень разбалансировки моста, показанная включенным в его диагональ микроамперметром PA1, позволяет оценить величину этого тока.

Терморезисто R4 представляет собой железную проволоку диаметром 0,15 мм и длиной ~5 см, натянутую по центру стеклянной трубки - так, как это делают в плавких предохранителях.

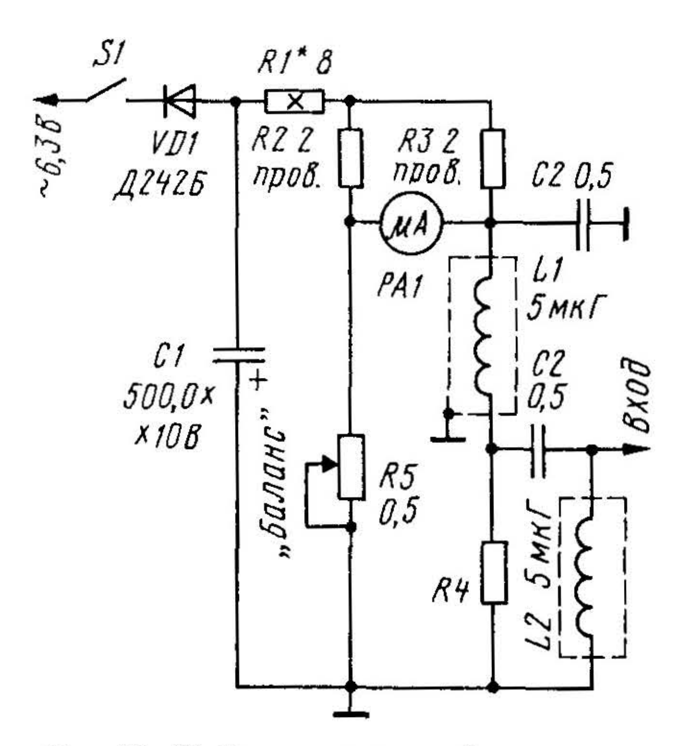


Рис. 12. 43. Высокочастотный амперметр

Если измеряемый ток может содержать постоянную составляющую, вход амперметра шунтируют дросселем L2.

PA1 - микроамперметр с током полного отклонения 100 мкА и сопротивлением рамки 1 кОм. При использовании другого прибора потребуется подобрать резистор R2.

Если последовательно с амперметром (между ним и "землей") включить резистор сопротивлением 0,1 Ом с пренебрежимо малой реактивной составляющей, то его можно проградуировать по осциллографу, имеющему достаточную полосу пропускания и калиброванную шкалу.

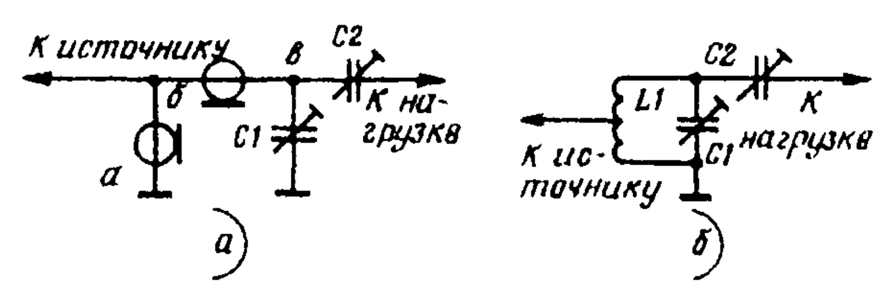


Рис. 12. 44. Преселектор из коаксиального кабеля (а), его эквивалентная схема (б)

Амперметр способен измерять токи до 1 А в полосе частот 2...30 Мгц.

Резонансные системы из коаксиального кабеля. Радио, 1981 5-6, с.25.

Высокодобротный контур, подключенный к антенному входу радиоприемника, способен существенно ослабить воздействие на него мощных радиостанций, работающих на близких частотах, снизить и даже полностью устранить интермодуляционные помехи.

Такой контур можно изготовить из двух отрезков коаксиального кабеля. Их включение и эквивалентная схема такого преселектора показаны на рис. 12.44. Добротность Q контура, выполненного из коаксиального кабеля типа РК-50-2-11, составит: на частоте 144 МГц - 150, на частоте 432 МГц - около 400.

Подстроечные конденсаторы С1 и С2 - типа КПК-МН; их емкость на частоте 144 МГц - 5...25 пФ, на частоте 432 МГц - 2...7 пФ.

Суммарная длина кабеля, имеющего сплошную полиэтиленовую изоляцию, должна быть:

$$L_{аб} + L_{бв} = \frac{\lambda}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{1}{2\pi f C \rho},$$

где: λ - рабочая длина волны, м; f - рабочая частота, Гц; С - емкость конденсатора в контуре, Ф; ρ - волновое сопротивление кабеля, Ом.

Сопротивление нагруженного контура в точке "б" равно:

$$R_{аб} = Q\,\rho\,\sin^2 2\pi\frac{L_{аб}}{\lambda},$$

а в точке "в": $R_{ав} = Q\,\rho \sin^2 2\pi\,\frac{L_{ав}}{\lambda}$.

Измерители напряженности поля. КВ журнал, 1996, 3, с. 31.

Безразмерная, индикаторная оценка напряженности поля, создаваемого излучателем, дает возможность настроить и согласовать ВЧ тракт передающего устройства, выбрать лучшую линию передачи, выяснить способность антенны концентрировать излучение в нужном направлении и многое другое.

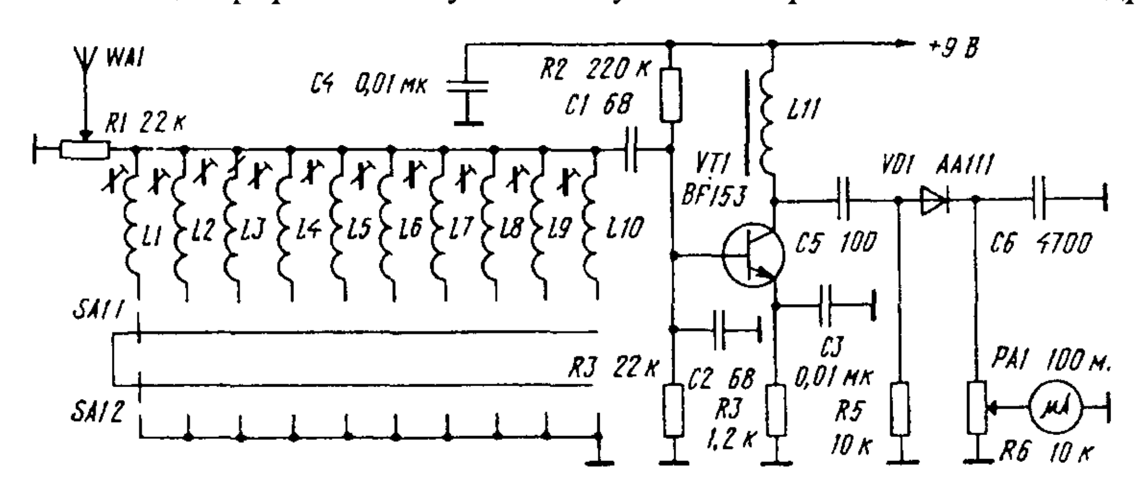


Рис. 12. 45. Индикатор напряженности поля

Принципиальная схема индикатора напряженности поля с диапазонной селекцией сигналов показана на рис. 12.45.

Катушки индуктивности индикатора наматывают проводом ПЭВ-2 диаметром 0,2 мм на каркасах диаметром 5 мм, имеющих отверстия с резьбой под подстроечные сердечники из карбонильного железа или высокочастотного феррита ($\mu \leqslant 100$). Их данные для различных частотных диапазонов приведены в таблице 12.4.

Транзистор VT1 - практически любой не слишком низкочастотный n-p-n-транзистор. Если это будет кремниевый транзистор, например, КТ325, КТ3102,

Таблица 12.4

Частота, МГц	Катушка	L, мкГн	Число витков
1,8	L1	230	160
3,6	L2	57	80
7,05	L3	15	40
10,1	L4	7,3	20
14,2	L5	3,7	18
18,1	L6	2,3	16
21,2	L7	1,7	13
25	L8	1,2	12
27,2	L9	1,0	10
28,8	L10	0,9	9

КТ315 (буквы любые) и др., то сопротивление резистора R2 следует уменьшить до ~150 кОм. Чувствительность индикатора увеличивается с увеличением |h21э| транзистора.

Диод VD1 - обязательно германиевый - Д9Б, Д20 и др.

Дроссель L11 - типа Д0,1 и др. индуктивностью 100...200 мкГн.

Антенна - штырь длиной 1 м.

Настройку индикатора на середину каждого частотного диапазона (их может быть и меньше) производят в режиме максимальной его чувствительности (движок R1 - в крайнем правом положении, R6 - в верхнем).

12.3. АНТЕННЫ И СВЯЗЬ.

Этот раздел может быть полезен прежде всего радиолюбителю-конструктору, экспериментирующему с антенно-фидерным трактом, ищущему наилучшее в его условиях решение.

1. **Виноградов Ю. А не интерференция ли это?** Радио,1997, 8, с. 70.
2. **Ротхаммель К. Антенны.** "Бояныч" С.-П., 1998.
3. **Виноградов Ю. О согласованин малогабаритных антенн.** Радио, 1996, 4, с. 9
4. **Улучшение соотношения излучения "вперед-назад".** Радио, 1985, 4, с. 22 .
5. **Шур А. Ближний и дальний прием телевидения.** МРБ, "Энергия". М., 1980, с. 50.
6. **Масанов Д. Задачник по радиотехнике.** Воениздат, М., 1949, с. 11.

О дальности связи на УКВ.

При распространении радиоволн в свободном пространстве - например, в условиях космической связи - зависимость напряженности поля от расстояния до передающей антенны и излучаемой ею мощности имеет вид:

$$E = 9500\sqrt{P_{изл} . D/r},$$

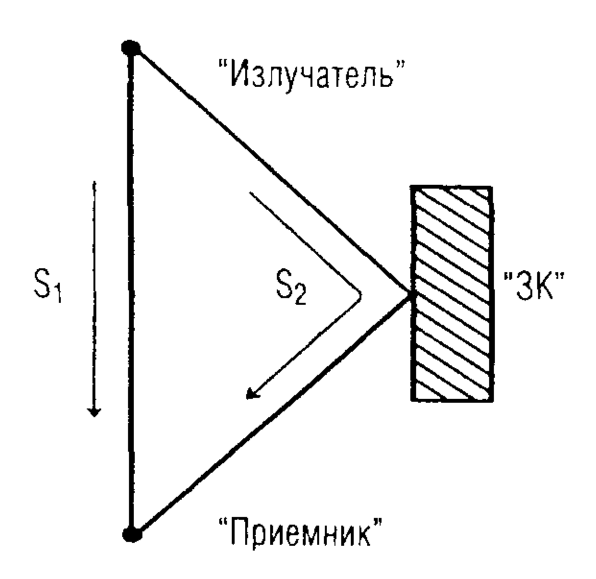


Рис. 12. 46. Пямая и отраженная волна в канале связи

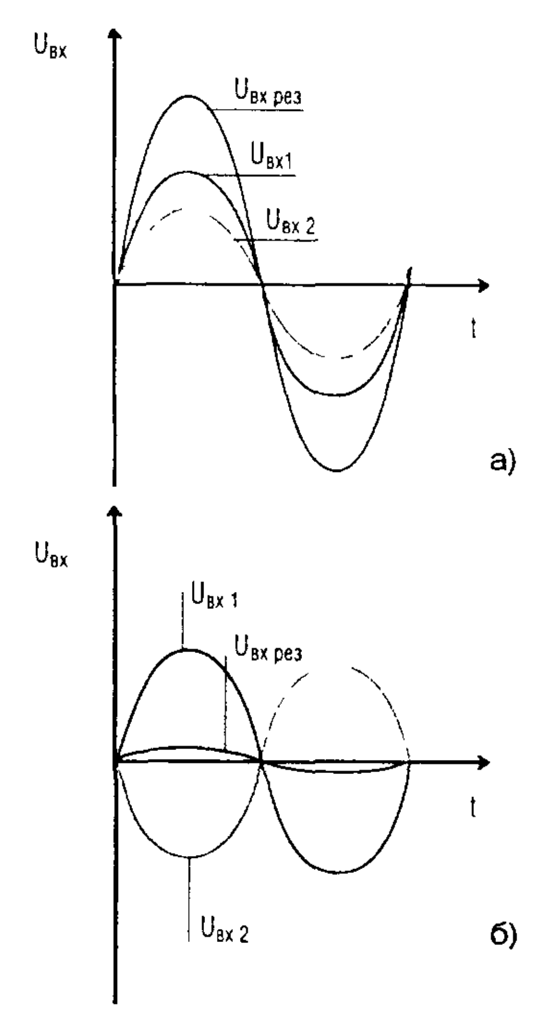


Рис. 12. 47. Благоприятное (а) и неблагоприятное (б) взаимодействие волн в точке приема

где E - напряженность поля в точке приема, мкВ/м;

Ризл - мощность излучения, Вт;

D - коэффициент усиления передающей антенны;

r - расстояние между приемной и передающей антеннами, км.

Менее благоприятны условия связи на земле. Взаимодействие прямой и отраженной от ее поверхности волн ведет к тому, что при $r \leqslant r_{max}$ ($r_{max} = 3{,}6(\sqrt{h1} + \sqrt{h2}$, где r_{max} - максимальное удаление, км; а h1 и h2 - высоты приемной и передающей антенн, м) имеем:

$$E = 70\ h_1\ h_2\sqrt{P_{изл} . D}/\lambda r^2,$$

где E - напряженность поля в точке приема, мкВ/м;

Ризл - излучаемая мощность, Вт;

D - коэффициент усиления передающей антенны;

λ - длина волны, м;

r - расстояние между приемной и передающей антеннами, км.

Условия связи в земных условиях менее благоприятны потому, что если в свободном пространстве напряженность поля убывает с увеличением расстояния пропорционально $1/r$, то на земле - $1/r^2$. И то лишь в пределах $r \leqslant r_{max}$. Превышение же r_{max} ведет к тому, что напряженность поля в точке приема быстро сходит на нет и сигнал исчезает в шумах эфира.

Интерференционные эффекты [1].

Отсутствие радиосвязи между близко расположенными корреспондентами, неустойчивый, резко колеблющийся уровень сигнала при взаимных их перемещениях, его зависимость от положения совершенно посторонних, казалось

бы, предметов, имеет, как правило, одну причину - неблагоприятное взаимодействие радиоволн в точке приема. Суть этого эффекта состоит в том, что радиоволны, излучаемые передающей антенной, идут к приемной не только самым коротким путем - по прямой, но - отражаясь и преломляясь в окружающей среде - и по другим маршрутам. Радиоволна, прошедшая более длинный путь, приходит с опозданием, зависящим от длины этого пути. Во взаимодействии множества по-разному задержанных радиоволн - в их интерференции - сформируется результирующий, суммарный сигнал, амплитуда и фаза которого будут зависеть от всех составляющих.

Рассмотрим в качестве примера ситуацию, изображенную на рис. 12.46. Здесь: "Излучатель" и "Приемник" - позиции передающей и приемной антенн; "ЗК" - здание-зеркало, отражающее радиоволны; S1 - путь прямой волны, S2 - отраженной, A1 и A2 - их амплитуды в точке приема.

Пусть S1 = 5514,7 м, S2 = 7058,8 м, A2 = 0,8A1 и корреспонденты устанавливают связь на частоте 27,2 МГц (в 20-м канале российской сетки С в Си-Би). Этой частоте соответствует длина волны $\lambda_{20} = 300/27{,}2 = 11{,}029$ м. Заметим, что в S1 и в S2 укладывается целое число волн: $S1/\lambda_{20} = 5514{,}7/11{,}029 = 500$ и $S2/\lambda_{20} = 7058{,}8/11{,}029 = 640$. То, что $(640\text{-}500)\lambda_{20} = 140\lambda_{20}$ - т.е. разность хода радиоволн кратна длине волны, означает, что в точке приема сигналы, пришедшие сюда разными путями, совпадут по фазе (рис. 12.47, а) и амплитуда результирующего сигнала будет равна Арез = A1 + A2 = 1,8A1.

Но картина будет совсем другой, если те же корреспонденты попытаются установить связь в 30-м канале этой же сетки (f_{30} = 27,3 Мгц, $\lambda_{30} = 300/27{,}3 = 10{,}989$ м). Здесь $S1/\lambda_{30} = 5514{,}7/10{,}989 = 501{,}84$, $S2/\lambda_{30} = 7058{,}8/10{,}989 = 642{,}35$ и, соответственно, $(642{,}35\text{-}501{,}84)\lambda_{30} = 140{,}51\lambda_{30}$.

Это значит, что сигналы, прошедшие S1 и S2, в точке приема будут смещены по отношению друг к другу на 0,51 λ_{30} - почти на полволны - и окажутся в противофазе (рис. 12. 47, б). Амплитуда результирующего сигнала в этом случае будет равна Арез = A1-A2 = A1-0,8A1 = 0,2A1, и резко ослабленный (более чем на три балла по сравнению с предыдущим случаем) сигнал корреспондента может вообще исчезнуть в шумах эфира.

Рассмотренный пример прост, но поучителен: связь, как мы видим, может быть плохой даже в условиях прямой видимости. Обычно же отраженных и переотраженных сигналов бывает много больше, особенно - в городе.

Свой вклад в общую интерференционную картину вносят и "зеркала" - дома, строительные краны, самолеты и др. - их конфигурация, материалы, конструктивные особенности влияют как на амплитуду отраженного сигнала, так и на его фазу.

Поворот фронта радиоволны может произойти не только при ее отражении от электропроводящего препятствия, но и за счет преломления в диэлектрической среде. Напомним, что коэффициент преломления, характеризующий торможение радиоволны в диэлектрике: $n = \sqrt{\varepsilon}$, где ε - диэлектрическая проницаемость среды. В n раз более медленное распространение радиоволны в диэлектрике поведет, очевидно, и к дополнительному ее отставанию.

Интерференция, возникающая в "пучках" близких по интенсивности, но смещенных по фазе сигналов, - самое "частоточувствительное" явление в распространении радиоволн. Борьба с интерференционным ослаблением сигнала имеет свои особенности. Здесь не помогут ни расширение полосы пропускания антенны (причину ослабления сигнала корреспондента в другом

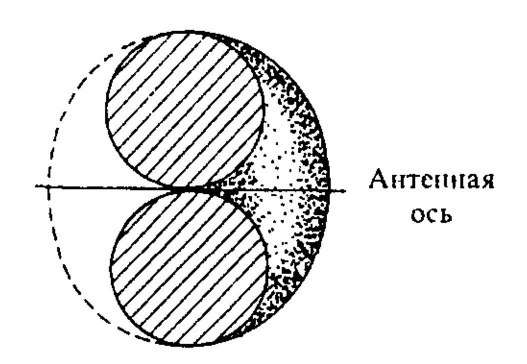


Рис. 12. 48. Пространственная "фигура излучения" полуволнового вибратора; ее проекция на поверхность земли (диаграмма направленности) для горизонтального вибратора

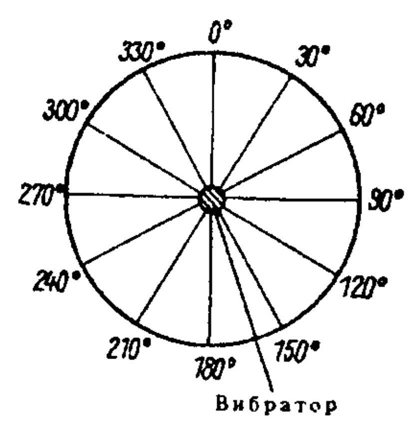


Рис. 12.49. Диаграмма направлениости вертикальиого полуволнового вибратора

частотном канале чаще всего "видят" в каких-то особенностях АЧХ своей или чужой антенны), ни замена радиостанции другой, с лучшими параметрами - большей чувствительностью, избирательностью и др.

Выйти из интерференционного минимума можно не только сменой канала, но подчас и буквально - сделав лишь несколько шагов. Смещение автомобиля или "портативки" лишь на долю длины волны нередко позволяет установить нормальную связь с корреспондентом, только что безнадежно "утопавшем" в шумах эфира. Наилучшие позиции для связи передвижной радиостанции со стационарной иногда "пристреливают" заранее.

У корреспондентов со стационарными антеннами свобод меньше, но и их достаточно. Это, во-первых, подъем антенны на возможно большую высоту, что обеспечивает прохождение к корреспонденту прямого сигнала, с которым не могут, как правило, сколько-нибудь ощутимо конкурировать ослабленные на некачественных проводниках и изоляторах отраженные и преломленные волны.

Рассмотренный выше пример подсказывает еще один способ борьбы с интерференционным ослаблением сигнала. Очевидно, с помощью узконаправленной антенны, снабженной поворотным механизмом, можно усилить сигналы одного направления, ослабив до пренебрежимо малых все остальные. Но в выбранном направлении не должно быть, конечно, фазосмещенных сигналов.

Интерференционные эффекты в Си-Би, особенно в каналах связи с подвижными объектами, безусловно заслуживают внимания. И встретившись с чем-то необычным, странным, озадачивающим, полезно задать себе вопрос: "А не интерференция ли это?"

Измеряя напряженность электромагнитного поля, создаваемого в простанстве антенной передатчика, можно построить поверхность, в любой точке которой E=const - напряженность поля неизменна. Эта поверхность - своего рода "фигура излучения" - очень информативна. Зная ее, нетрудно выясненить способность антенны концентрировать излучаемую энергию в нужном направлении, вычислить ее усиление. Или, наоборот, найти направление минимальной ее чувствительности, позволяющее, при соответсвующей ориентации антенны, работать по соседству с мощным передатчиком. И многое другое.

Диаграмма излучения точечного (изотропного) излучателя.

Диаграмма направленности такого излучателя в трехмерном пространстве имеет вид шаровой поверхности. А в пересечении с поверхностью земли она становится окружностью.

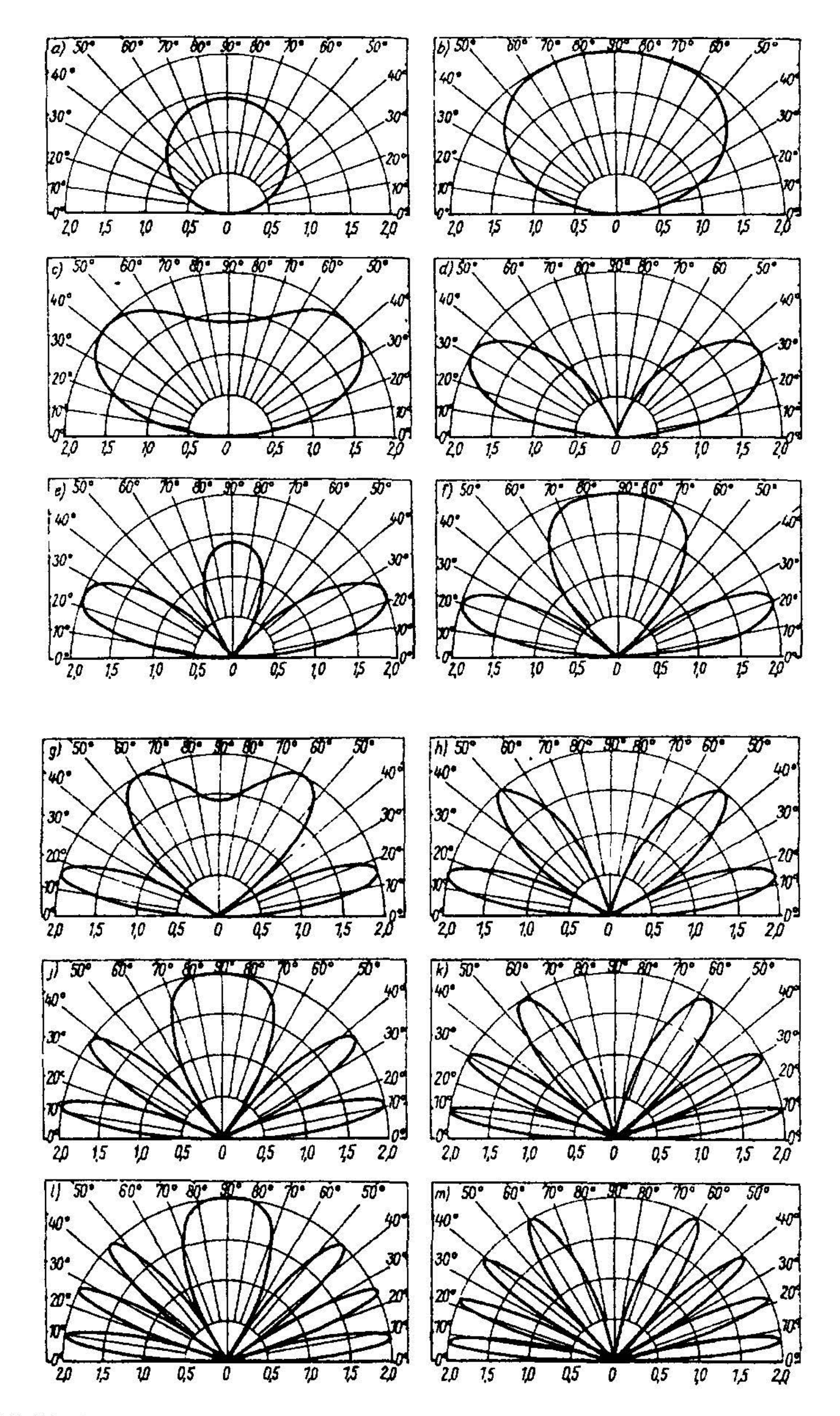


Рис. 12. 50 Диаграммы направленности горизонтального полуволнового вибратора в зависимости от высоты подвеса над поверхностью земли (при идеальной ее проводимости): a) высота 0,125λ, b) высота 0,25λ, c) высота 0,375λ, d) высота 0,5λ, e) высота 0,625λ, f) высота 0,75λ, g) высота 0,875λ, h) высота 1λ, j) высота 1,25λ, k) высота 1,5λ, l) высота 1,75λ, m) высота 2λ

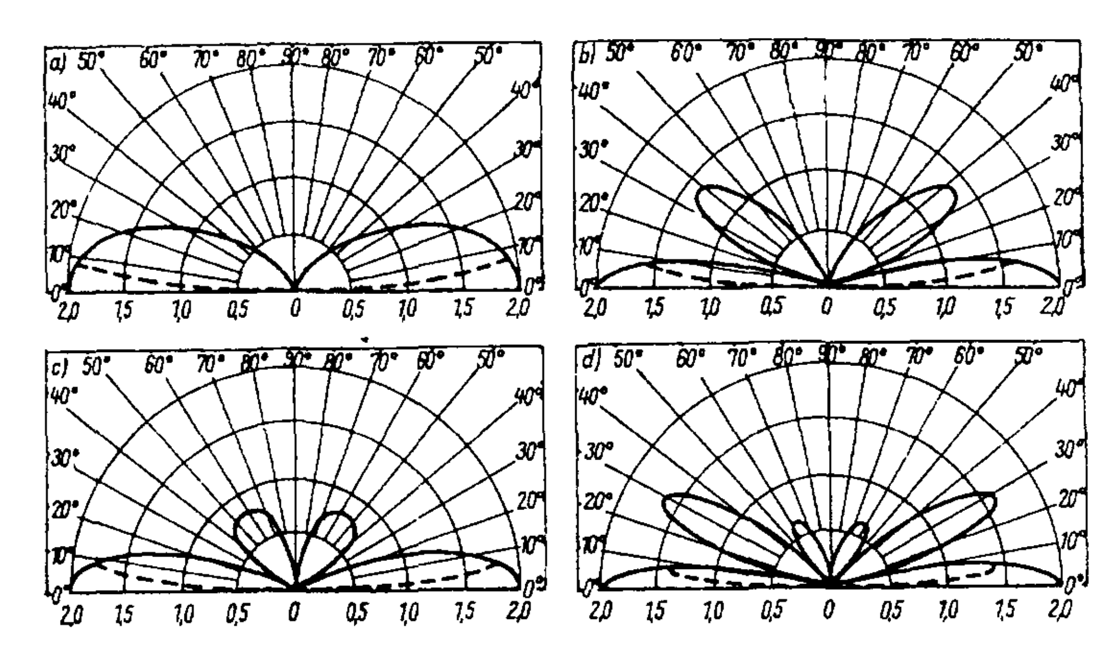


Рис. 12. 51 . Диаграммы направленности вертикального полуволнового вибратора при разных высотах его подвеса над поверхностью идеальной проводимости (высота отсчитывается от середины вибратора): a) высота 0,25λ, b) высота 0,75λ, c) высота 0,5λ, d) высота 1λ. Излучения, распространяющиеся под малыми углами к земле (отмечены штриховой), в реальных условиях довольно сильно поглощаются ее поверхностью

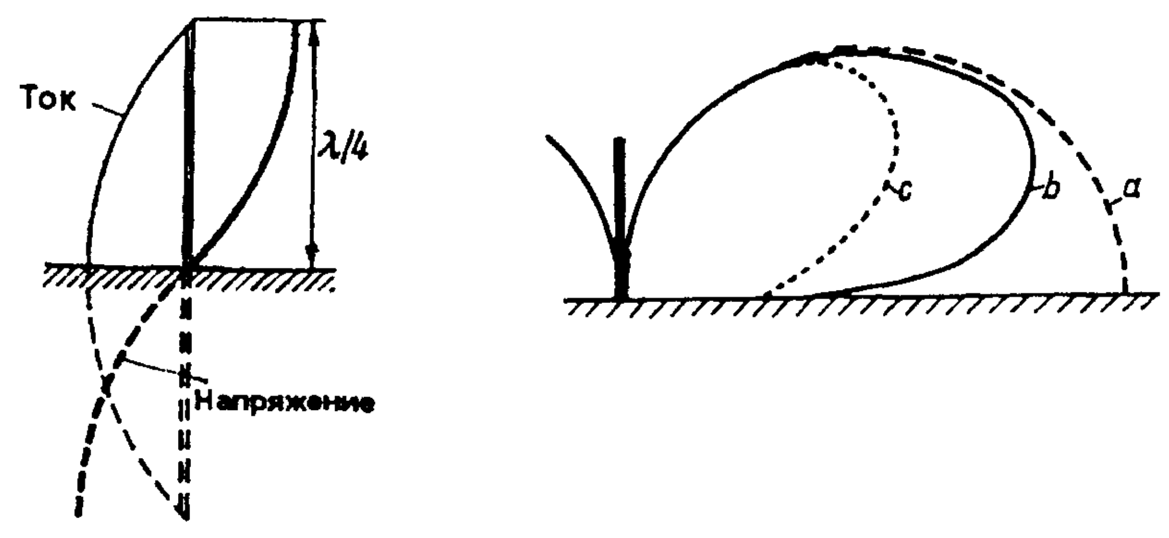


Рис. 12. 52. Четвертьволновый штырь над проводящей поверхностью; распределение тока и напряжения в проводнике антенны

Рис. 12. 53. Изменения диаграммы направленности четвертьволнового штыря в зависимости от проводимости подстилающей поверхности: a) идеальная проводимость, b) хорошая, c) плохая

Диаграмма излучения полуволнового вибратора ([2], с. 43-49).

Иначе выглядит фигура излучения полуволнового вибратора. В свободном пространстве это поверхность вырожденного тора, сросшегося в центре "бублика", а в проекции на поверхность земли "бублик" превращается либо в "восьмерку" (рис. 12. 48), если вибратор параллелен поверхности земли, либо в окружность (рис. 12. 49), если он к ней перпендикулярен.

Диаграмму направленности той или иной антенны оценивают, сравнивая ее с "шаром" изотропного излучателя или с "бубликом" полуволнового. Они стали своего рода образцами излучения. Нетрудно перейти от одного к другому: усиление полуволнового вибратора в направлении максимума его излучения по сравнению с изотропным +2,14 дб.

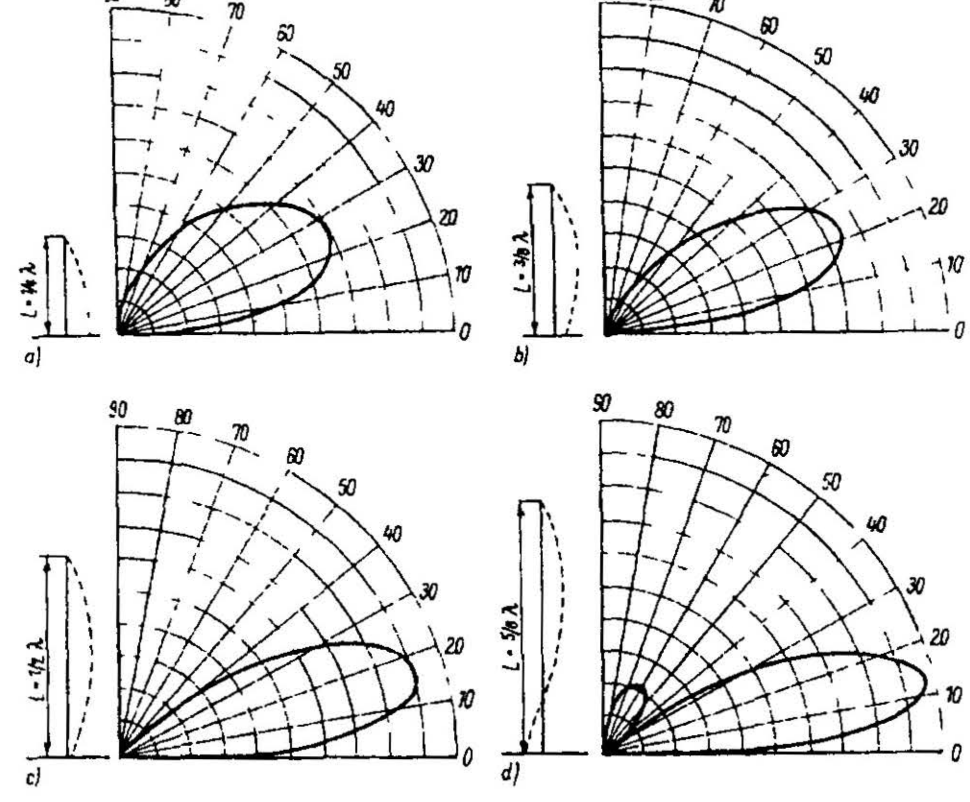


Рис 12 54 Диаграммы направленности вертикально стоящих излучателей, расположенных над землей с хорошей проводимостью

Но характер излучения антенны зависит не только от нее самой. Сильнейшее влияние на пространственную картину излучения оказывает земля Отраженный от нее сигнал, отличаясь от поступающего непосредственно от антенны по фазе и амплитуде, интерферируя с ним, создает подчас весьма причудливую фигуру излучения.

На рис 12.50 показана диаграмма направленности горизонтального полуволнового вибратора и ее изменения в зависимости от высоты его подвеса. То же, но для вертикального полуволнового вибратора, показано на рис. 12. 51.

Диаграмма излучения $\lambda/4$-вибратора над проводящей поверхностью ([2], с. 311, 314).

Но земля, любая проводящая поверхность, нередко вводится в антенную систему в качестве основного элемента. Так, например, как это показано на рис. 12. 52. В идеале - при очень высокой проводимости "земли" - диаграмма направленности такой антенны будет имет вид, показанный на рис. 12.53, а. При плохой ее проводимости лепесток излучения поднимается над горизонтом (рис. 12. 53, b, с). Увод максимума излучения вверх, а также потери ВЧ энергии в самой подстилающей поверхности будут иметь следствием существенное уменьшение "дальнобойности" такой антенны

Неплохой проводящей поверхностью может считаться, например, металлическая крыша Если антенну устанавливают непосредственно на земле, то под ее поверностью на глубине 20...50 см обычно укладывают несколько радиально расходящихся проводников. Нужно иметь в виду, что подповерхностное заземление вертикальной антенны не может быть заменено обычным

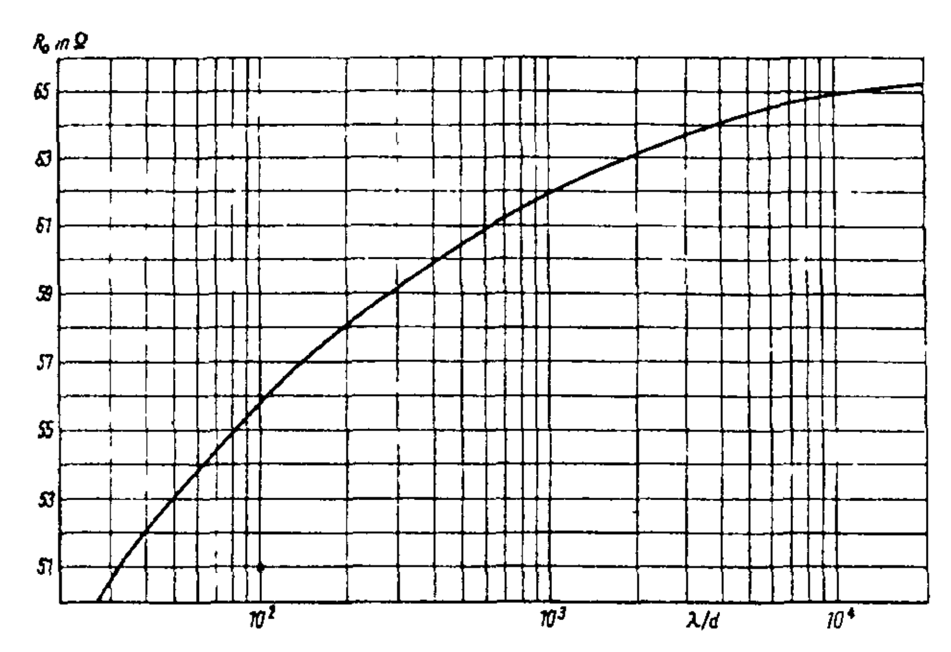


Рис 12 55 Зависимость сопротивления излучения полуволнового вибратора от λ/d

грозозащитным - вертикальным штырем, достигающим водоносных слоев Но эти заземления могут быть, конечно, объединены.

Диаграммы излучения вибраторов над проводящей поверхностью ([2], с. 317).

Характер излучения вертикальной антенны зависит и от длины ее вибратора (рис 12 54). Самой "дальнобойной" будет антенна с вибратором длиной $5/8\lambda$. Угол ее главного лепестка с поверхностью земли составляет лишь 12°. При дальнейшем увеличении длины вибратора диаграмма направленности антенны ухудшится.

Полное сопротивление антенны - ее импеданс Za - обычно представляют в виде векторной суммы:

Za = Ra + Xa,

где Ra - активное сопротивление антенны, а Xa - реактивное, емкостное или индуктивное.

Антенна считается настроенной, если на рабочей частоте Xa = 0 и ее сопротивление (входное для передатчика, выходное для приемника) становится чисто активным.

В свою очередь: Ra = Rизл + Rпот, где Rизл - сопротивление излучения антенны - полезная составляющая Ra, а Rпот - сопротивление потерь, представляющее собой бесполезно теряемую в антенне часть ВЧ энергии (на нагрев проводников, изоляторов и др)

В хороших антеннах Ra≈Rизл, но само по себе это сопротивление может быть очень разным - в зависимости от типа вибратора, способа его включения, числа и конфигурации расположенных поблизости других элементов антенной системы и др. Его величину необходимо знать, согласовывая антенну с фидером, оценивая возникающие в элементах антенно-фидерного тракта напряжения и токи и др.

Сопротивление излучении полуволнового вибратора ([2], с 35)

Сопротивление излучения полуволнового вибратора Rизл = 73,2 Ом. Но это верно лишь для бесконечно тонкого проводника. В реальных антеннах

Rизл вибратора зависит от λ/d, где λ - длина волны, а d - диаметр проводника График этой зависимости показан на рис 12 55 Но это - при подключении нагрузки (линии связи) в разрыв вибратора, в пучность тока

Но вибратор может быть подключен к нагрузке и своим концом, которому в полуволновом диполе соответствует пучность напряжения, В этом случае его Rизл резко увеличивается, достигая 0,8 1 кОм и более Включенный таким образом полуволновый вибратор может быть связан с низкоомной нагрузкой - тем же 50-омным коаксиальным кабелем - лишь с помощью трансформирующего устройства Это может быть ВЧ трансформатор, П-контур, J-согласователь и др , имеющие коэффициент трансформации по напряжению $к = \sqrt{R_{изл}/50}$ (повышение - в сторону антенны)

Возбуждение полуволнового вибратора в пучности напряжения оказалось конструктивно очень привлекательным для антенн вертикальной поляризации ("чистый", без каких-либо разрывов и подключений,•штырь, возбуждаемый без противовесов) Такие антенны, их называют "полволны" или "$\lambda/2$", особенно широкое распространение получили в Си-Би Из числа здесь описанных к антенне этого типа относится Си-Би антенна, показанная на рис 12 1, в которой согласование с 50-омным коаксиальным кабелем выполнено П-контуром

Сопротивление излучения четвертьволвового вибратора.

Сопротивление излучения четвертьволнового штыря, стоящего перпендикулярно к проводящей поверхности, равно примерно половине сопротивления излучения полуволнового вибратора, включенного в пучность тока В случае бесконечно тонкого вибратора и ничем не ограниченной подстилающей поверхности идеальной проводимости его Rизл = 36,6 Ом

Хотя с утолщением вибратора Rизл уменьшается и здесь, но реальные поверхности (крыша автомобиля, человек и т п), далекие от идеальной по всем параметрам, "работают" в обратную сторону Увеличивая Rизл и, главное, сопротивление потерь Rпот, они осложняют даже приблизительный расчет Ra такой антенны

Антенны, включающие в себя столь экзотические поверхности, согласуют обычно методом проб и ошибок Но так или иначе получив КСВ≈1, полезно вернуться к Ra антенны, вычислив его "с другой стороны" - через согласующее устройство Полезно потому, что, зная Ra и Rизл, можно оценить уровень ВЧ потерь в антенной системе и принять меры к их снижению

Сопротивление излучения укороченного вибратора [3].

Хотя из числа полноразмерных антенн $\lambda/4$-штырь может быть отнесен к самым малогабаритным (в предположении, что подстилающая поверхность к антенне не относится), но и она может оказаться слишком длинной, например, в Си-Би В таких случаях штырь антенны физически укорачивают, а появившуюся емкостную составляющую компенсируют включенной в его разрыв (обычно - в основании штыря) т н удлиняющей катушкой - индуктив-

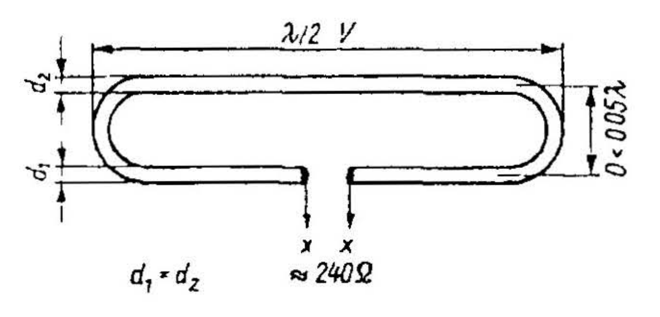


Рис 12 56 Петлевой вибратор

Рис 12 57 Сопротивление излучения петлевого вибратора, отнесенное к сопротивлению излучения простого полуволнового, в зависимости от d2/d1 и D/d2 Пример (показан штриховой) d2/d1 = 3 и D/d2 = 6, что соответствует коэффициенту 6 Т е сопротивление излучения такого петлевого вибратора в шесть раз превысит сопротивление излучения обычного полуволнового и составит, соответственно, 360 420 Ом

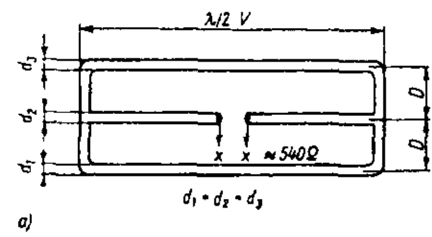
ностью, понижающей резонансную частоту антенной системы до рабочей Длина вибратора и индуктивность удлиняющей катушки становятся таким образом элементами настройки этой антенны

Сопротивление излучения укороченного вибратора может быть вычислено как

$$R_{изл}(Ом) \approx 400(l/\lambda)^2,$$

где l - длина штыря ($l \ll 1/4\ \lambda$),

λ - длина волны



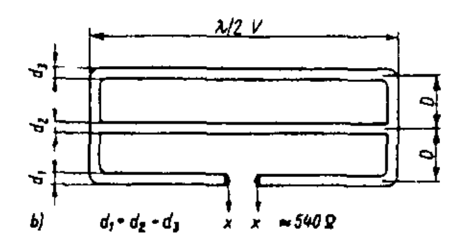


Рис 12 58 Двойной петлевой вибратор

Сопротивление излучения петлевых вибраторов ([2], с. 57-60).

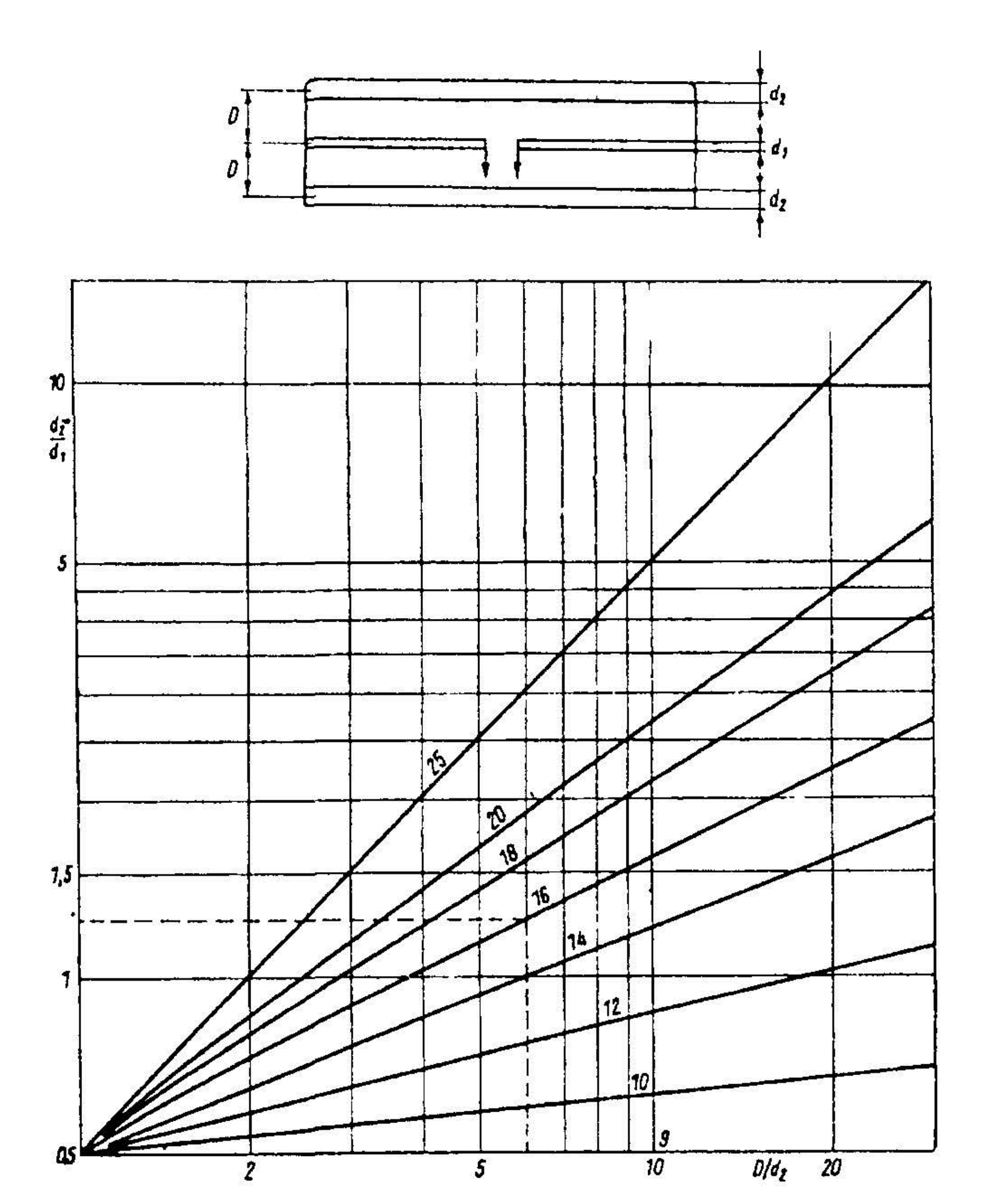


Рис. 12. 59. Сопротивление излучения двойного петлевого вибратора, отнесенное к сопротивлению излучения простого полуволнового, в зависимости от d_2/d_1 и D/d_2. Пример (показаи штриховой): $d_2/d_1 = 1,25$ и $D/d_2 = 6$, что соответствует коэффициенту 16. Т.е. сопротивление излучения такого петлевого вибратора в 16 раз превысит сопротивление излучения обычного полуволнового и составит, соответственно, 960...1120 Ом

Сопротивление излучения простого петлевого вибратора (рис. 12.56) теоретически вчетверо выше полуволнового и в реальных конструкциях составляет обычно Rизл = 240...280 Ом. Для связи с таким вибратором используют либо двухпроводную линию, имеющую такое же волновое сопротивление, либо - после трансформации (понижения Rизл) и симметрирования - коаксиальный кабель.

При необходимости сопротивление излучения петлевого вибратора можно довести до 840...980 Ом, увеличив сечение его верхнего проводника (рис. 12. 57).

По сравнению с полуволновым вибратором петлевой обладает большей полосой пропускания.

Особенно широкое применение нашли петлевые вибраторы в антеннах типа "волновой канал". Рефлектор и ближайшие директоры этой антенны, взаимо-

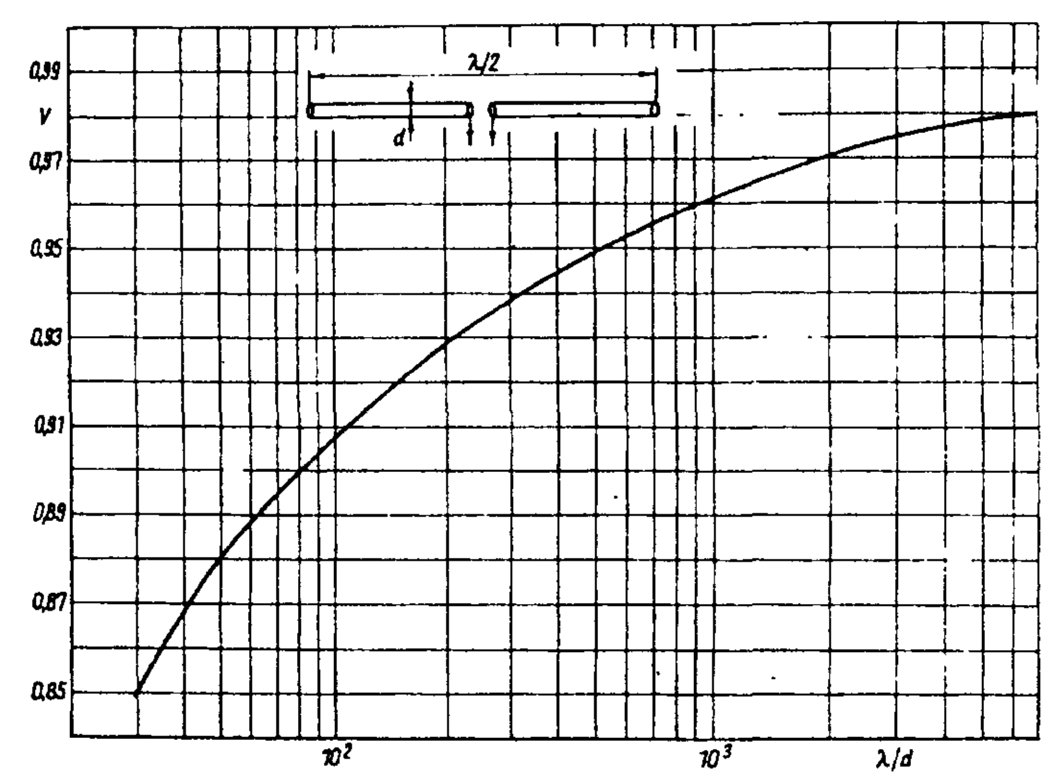


Рис. 12. 60. Зависимость коэффициента укорочения полуволнового вибратора от λ/d

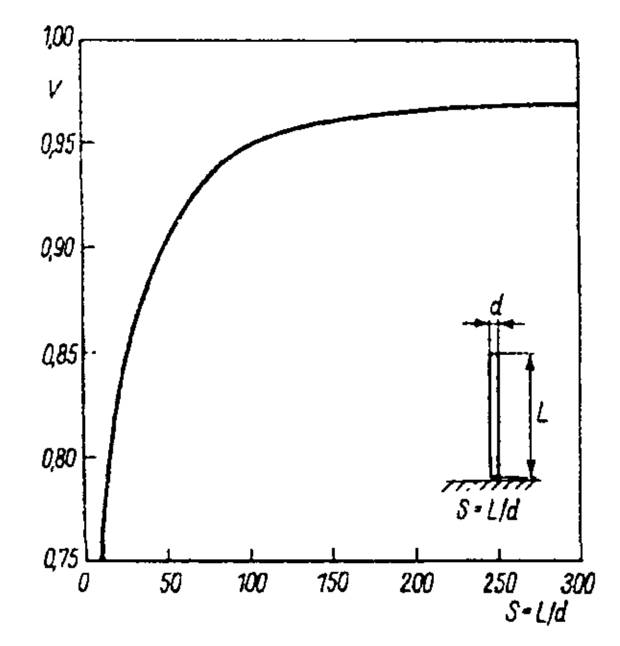


Рис. 12. 61. Зависимость коэффициента укорочения четвертьволнового вибратора от L/d

действуя с таким вибратором, снижают высокое его сопротивление до близкого к волновому сопротивлению коаксиального кабеля и, соответственно, трансформирующее устройство для согласования с ним уже не требуется.

Еще один тип петлевого вибратора - двойной петлевой (рис. 12.58). Его сопротивление излучения уже девятикратно превышает сопротивление обычного полуволнового, достигая в реальных конструкциях Rизл = 540...630 Ом. Тем же приемом - увеличением сечения "пассивных" его фрагментов, Rизл двойного петлевого вибратора (обоих его вариантов) можно поднять до 1500...1750 Ом (рис. 12. 59).

Геометрическая длина вибратора совпадет с его электрической длиной лишь в случае, если он бесконечно тонок.

О коэффициенте укорочения полуволнового вибратора ([2], с. 37).

На графике, изображенном на рис. 12.60 показана зависимость коэффициента укорочения полуволнового вибратора v от λ/d, где λ - длина волны в свободном пространстве, а d - диаметр проводника вибратора. Умножив на этот коэффициент величину $\lambda/2$, мы получим геометрическую длину реального полуволнового вибратора, резонирующего на частоте f(МГц) = 300/λ(м).

О коэффициенте укорочения четвертьволнового вибратора ([2], с. 316).

На графике, изображенном на рис. 12.61, показана зависимость коэффициента укорочения полуволнового вибратора v от λ/d, где λ - длина волны в свободном пространстве, а d - диаметр проводника вибратора. Умножив на этот коэффициент величину $\lambda/4$, мы получим геометрическую длину реального четвертьволнового вибратора, резонирующего на частоте f(МГц) = 300/λ(м).

О коэффициенте укорочения коаксиального кабеля.

Длину *l*ф фидера, отдельных его фрагментов, принято выражать в долях λ - длины волны. Это делают потому, что в зависимости от *l*ф/λ фидер ведет себя, как правило, по-разному (редкое исключение - режим бегущей волны). Так, например, входное сопротивление замкнутого на конце коаксиального кабеля длиной $\lambda/4$ для ВЧ сигнала окажется бесконечно большим и он поведет себя как "металлический изолятор". Таким шлейфом часто пользуются для грозозащиты вибратора, не имеющего гальванической связи с землей. При малых размерах (на частотах ДМВ и выше) такие шлейфы нередко используют в качестве механических опор токоведущих проводников. Иным интересен фидер, длина которого кратна $\lambda/2$. Никак не воздействующий на передаваемый сигнал (если не считать обычно очень небольших потерь) он "переносит" сопротивление удаленной на десятки метров антенны непосредственно на вход радиостанции. Не могут, конечно, иметь произвольной длины и линии связи, питающие излучатели в многовибраторных антеннах - они должны быть жестко сфазированы.

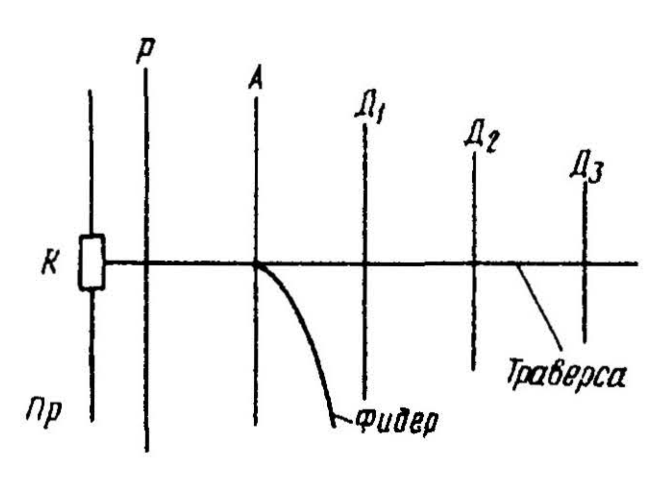


Рис. 12. 62. Поглощающий рефлектор в волновом канале

Но для всех этих расчетов нужно, конечно, знать длину волны в кабеле.

Поскольку скорость света в среде тем меньше, чем больше ее ε - диэлектрическая проницаемость ($c_\varepsilon = 3 \times 10^8/\sqrt{\varepsilon}$ м/с), то длина волны электромагнитных колебаний, распространяющихся в такой среде:

$$\lambda = 300/f\ \sqrt{\varepsilon},$$

где λ - длина волны, м;

f - частота, МГц.

С эффектом укорочения волны сталкиваются прежде всего в коаксиальных кабелях, где все процессы происходят в диэлектрической среде с $\varepsilon > 1$. В таблице 12.5 приведены коэффициенты укорочения $1/\sqrt{\varepsilon}$ для часто встречающихся кабельных диэлектриков.

Так, длина $\lambda/2$-кратного фидера для Си-Би радиостанции (λср≈11 м), изготовленного из коаксиального кабеля с полиэтиленовой изоляцией может быть равна:

$$n \times \alpha/2 \times 1/\sqrt{\varepsilon}\ =\ n \times \lambda ср \times$$

$$\times 0{,}66/2 = n \times 11 \times 0{,}66/2 =$$

$$= n \times 3{,}63\ м,\ где\ n = \{1,2,3,4...\}.$$

Таблица 12.5

Диэлектрик	ε	$1/\sqrt{\varepsilon}$
Полиэтилен	2,3	0,66
Фторопласт-4	2,05	0,7
Поливинилхлорид	3,25	0,56
Полистирол	2,5	0,63
Воздух	1	1

То есть, в Си-Би в качестве $\lambda/2$-кратного фидера будут пригодны отрезки полиэтиленового коаксиального кабеля длиной 3,63, 7,26, 10,89, 14,52, ... метров.

Об уменьшении излучения "назад" [4].

В многоэлементных направленных антеннах отношение излучения "вперед-назад" не превышает, как правило, 23...25 дб. Ослабить обратное излучение можно с помощью дополнительного рефлектора, в разрыв которого введен безиндукционный поглощающий резистор R≈10 Ом. Длину этого рефлектора берут равной длине вибратора. Его устанавливают за основным на расстоянии $0{,}23\lambda$ (рис. 12.62). Мощность, рассеиваемая поглощающим резистором невелика, в этом качестве может быть использован даже один резистор типа МЛТ-2. Конечно, его нужно поместить в бокс, защищающий от непогоды.

Введение в антенну поглощающего рефлектора может довести отношение ее излучения "вперед-назад" до 75 дб.

Такого рода дополнительный рефлектор может быть полезен и в других антеннах - в рамочных, многовибраторных и др.

Пассивный ретранслятор [5].

Причиной отсутствия связи может быть неудачный рельеф местности или неустранимое препятствия искусственного происхождения на трассе прохождения сигнала. В таких случаях иногда прибегают к помощи ретранслятора - устройства, расположенного в поле "радиозрения" обоих корреспондентов и способного принимать и передавать их сигналы. В простейшем случае - просто переотражать их.

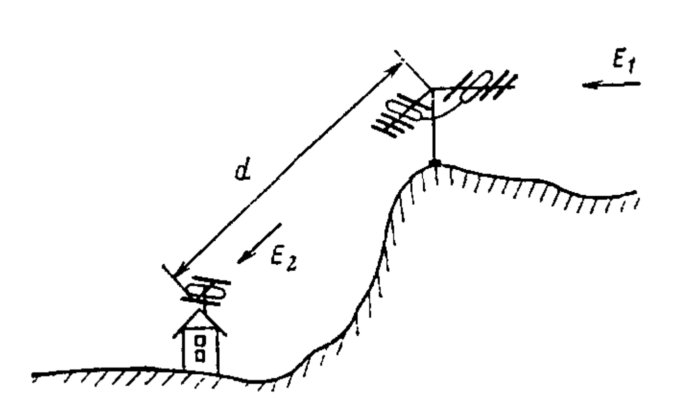


Рис. 12. 63. Ретранслятор из двух антеин

В качестве такого лишь переотражающего сигнал ретранслятора могут быть использованы две направленные антенны, связанные коротким фидером (рис. 12. 63).

Напряженность поля в точке приема E_2, которую сможет создать такой ретранслятор [5]:

$$E_2 = E_1 \lambda D / 12{,}6\ r,$$

где E_1 - напряженность поля в месте расположения ретранслятора;

λ - длина волны, м;

D - усиление каждой антенны (антенны одинаковые);

r - расстояние между ретранслятором и принимающим корреспондентом, м.

Скин-эффект [6].

Скин-эффект - "выжимание" тока высокой частоты на поверхность проводника - ведет к увеличению его сопротивления этим токам. Для прямых и круглых в сечении проводников отношение R_f/R, где R_f - сопротивление проводника току высокой частоты, а R - постоянному току, можно воспользоваться формулой:

$$R_f/R \approx 0{,}49\ d\ \sqrt{f\mu/\rho},$$

где d - диаметр проводника в мм (d > 0,4 мм);

f - частота в Мгц (f > 15 МГц);

ρ - удельное сопротивление в Ом/мм^3 м;

μ - магнитная проницаемость.

Для медных проводников ($\rho = 0{,}0175$, $\mu = 1$):

$R_f/R \approx 3{,}9\ d\sqrt{f}$,

для алюминивых ($\rho = 0{,}026$, $\mu = 1$):

$R_f/R \approx 3\ d\sqrt{f}$.

Скин-эффект заставляет обращать особое внимание на поверхность проводника, принимать меры для сохранения ее проводимости.

Обычно проводник с ВЧ током покрывают антикоррозийным защитным слоем. Это может быть металл (например, серебро, даже улучшающее поверхностную проводимость проводника) или диэлектрик, имеющий малые потери в ВЧ полях, например, эмаль обмоточного провода, который обычно используют для изготовления контурных катушек).

По этой же причине ВЧ проводники нередко делают из тонкостенных труб. Поскольку толщина σ подповерхностного слоя, проводящего ВЧ токи, обычно очень мала - $\sigma \approx d/4(R_f/R)$ - толщину стенок в таких проводниках выбирают, исходя лишь из соображений их механической прочности.

13. АННОТИРОВАННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ЖУРНАЛЬНЫХ СТАТЕЙ

(Внутри подразделов статьи приведены в хронологическом порядке)

13.1. Общие вопросы конструирования и эксплуатации антенн

1.1. Телевизионные антенны

К. Харченко. В помощь конструктору УКВ антенн. Радио, 1965, 2, с. 19-20, 23. Поясняются принципы построения УКВ антенн, даны сведения о связи между размерами антенн, КНД и другими параметрами.

Какую антенну лучше применить для приема телевизионных передач, широкодиапазонную или узкодиапазонную? Радио, 1966, 8, с. 60. Выбор антенны в зависимости от расстояния до передатчика (Наша консультация).

А. Кукаев, В. Парамонов. Комнатные телевизионные антенны. Радио, 1974, 11, с. 47-48, 3 вкладки. Рассмотрены общие принципы построения комнатных антенн промышленного производства.

Ю. Хабаров. Активные антенны. Радио, 1975, 1, с. 57-59. По страницам зарубежных журналов. Показаны различные конструкции активных антенн для радиоприема и приема телевидения.

К. Харченко. Перископические антенны. Радио, 1975, 6, с. 15-16, 1 вкладка; 1976, 3, с. 23-24, 2 вкладки. Даны общие понятия о перископических антеннах.

Э. Бектенов, Р. Камаев, О. Мамаев, В. Мерзликин, Т. Орозобаков. Пассивные ретрансляторы. Радио, 1978, 7, с. 15-16, 1 вкладка. Информационная статья об использовании пассивных ретрансляторов в горных районах Киргизии.

А. Шур, Б. Мельников. О вертикальной поляризации. Особенности приема телевизионных программ. Радио, 1980, 2, с. 24-26, 3 обложки. Рассмотрены особенности распространения и приема вертикально поляризованного сигнала, даны некоторые рекомендации по использованию и установке приемных антенн.

К. Харченко. Об антеннах вертикальной поляризации. Радио, 1980, 6, с. 30-32, 3 обложки. Рассмотрены общие вопросы использования антенн вертикальной поляризации.

А. Шур. Выбор места установки антенны. Радио, 1980, 8, с. 28-30. Рассмотрена природа многолепестковости диаграмм направленности антенн в вертикальной плоскости из-за влияния Земли, вопросы борьбы с отраженными сигналами.

К. Смирнов. Расчет телевизионных УКВ антенн "Волновой канал" при помощи универсальных таблиц. Радиолюбитель, 1993, 7, с. 4-5; 1995, 3, с. 5.

К. Смирнов. Кое-что об антеннах. Радиолюбитель, 1993, 7, с. 46-47. Рассмотрены методы увеличения коэффициента усиления антенн "Волновой канал".

К. Смирнов. К вопросу о коэффициенте усиления УКВ антенн. Радиолюбитель, 1994, 2, с. 57. Критическое отношение автора к рекламным

сообщениям о малогабаритных и высокоэффективных антеннах, даны критерии оценки коэффициента усиления антенн.

А. Мельник. Антенны с кольцевыми вибраторами. Радио, 1996, 1, с. 14-16. Рассмотрены разные варианты антенн с кольцевыми вибраторами, которые по мнению автора имеют преимущества перед линейными вибраторами.

КСКТП шагают по стране. Радио, 1996, 5, с. IX-XI. Описание построения "Крупных систем коллективного телевизионного приема"

А. Кукаев, Ю. Носов. Современные комнатные телеантенны. Радио, 1996, 8, с. 18-20. Обзор антенн, имеющихся в продаже, их параметры и внешний вид.

И. Костенко. Узел сложения телевизионных сигналов. Радио, 1996, 9, с. 17. Описание и схемы устройств для подключения к антенному входу телевизора двух разных источников сигнала.

И. Нечаев. Домашняя телесеть. Радио, 1996, 10, с. 12-13. Система рассчитана на подключение нескольких телевизоров к нескольким источникам сигнала - антеннам и видеомагнитофону.

И. Нечаев. Сумматоры телевизионных сигналов. Радио, 1996, 11, с. 12-13. Подробные рекомендации по объединению нескольких источников сигнала и делению их суммы на несколько потребителей.

А. Винокуров. Ремонт антенн АПК. Радиолюбитель, 1996, 12, с. 6. Вместо прозвонки омметром, что неприменимо при наличии полуволновой петли, предлагается использовать мощный источник тока, лампу накаливания и компас, реагирующий на наличие тока в каждом элементе соединений.

В. Ефремов. Создание систем коллективного приема телевидения. Радиолюбитель, 1997, 12, с. 3-5. Рассмотрены общие принципы систем и их структурные схемы.

1.2. Радиовещательные антенны

Г. Ляпин. Устройство для крепления оттяжек. Радио, 1966, 7, с. 20. Предлагается использовать отрезки старой велосипедной или мотоциклетной цепи, закрепленной на мачте, к которой крепятся оттяжки.

Г. Болотов. Простые эффективные антенны для дальних связей. Радио, 1991, 12, с. 17-19. Рассмотрены особенности вертикальных штыревых антенн с электрическим удлинением последовательно включенной катушкой индуктивности.

И. Григоров. Штыревые антенны. Радиолюбитель, 1992, 7, с. 42-45. Определения и понятия штыревых антенн, диаграммы направленности, способы согласования штыревых антенн с фидером.

А. Гречихин. Электрически малые антенны: возможности и заблуждения. Радио, 1992, 11, с. 8-10. Анализ антенн малых размеров, их сравнительные характеристики, достоинства и недостатки.

И. Григоров. Магнитные рамочные антенны. Радиолюбитель, 1993, 5, с. 44-45; 6, с. 43-45. Рассмотрены принципы действия рамочных антенн и экранированных рамок при приеме сигналов вертикальной поляризации, их размеры и параметры.

13.2. Конструкции узкополосных телевизионных антенн

Телевизионные антенны. Радио, 1961, 4, с., 31-32, 1-4 вкладки. Справочная вкладка с размерами разных АТВК для каждого из 12 метровых каналов с

линейным, петлевым или тройным вибратором, а также для двухэтажных и четырехэтажных решеток из АТВК.

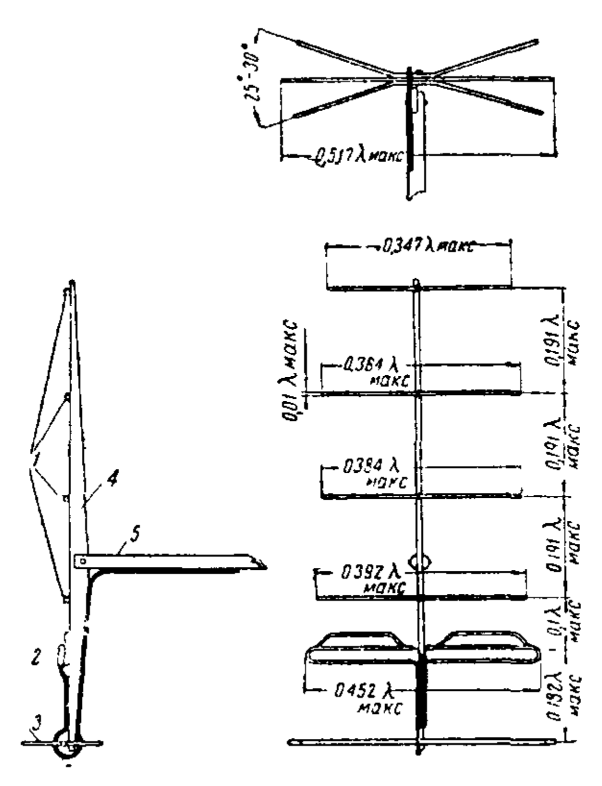


Рис. 13 1 Шестиэлементный волновой канал

К. Харченко. Шестиэлементный волновой канал. Радио, 1961, 5, с. 41-42. Описание конструкции и размеры АТВК в долях от длины волны с веерным рефлектором и вибратором специальной формы. КНД около 13 дБ. Рис. 13.1.

С. Веев. Одиннадцатиэлементная антенна "Волновой канал". Радио, 1961, 12, с. 33-35. Описание антенны, содержащей тройной рефлектор, вибратор и 9 директоров. Приведены все размеры для каналов с шестого по двенадцатый, коэффициент усиления порядка 10 дБ. Ошибочно предлагается использовать полуволновую петлю в качестве трансформатора.

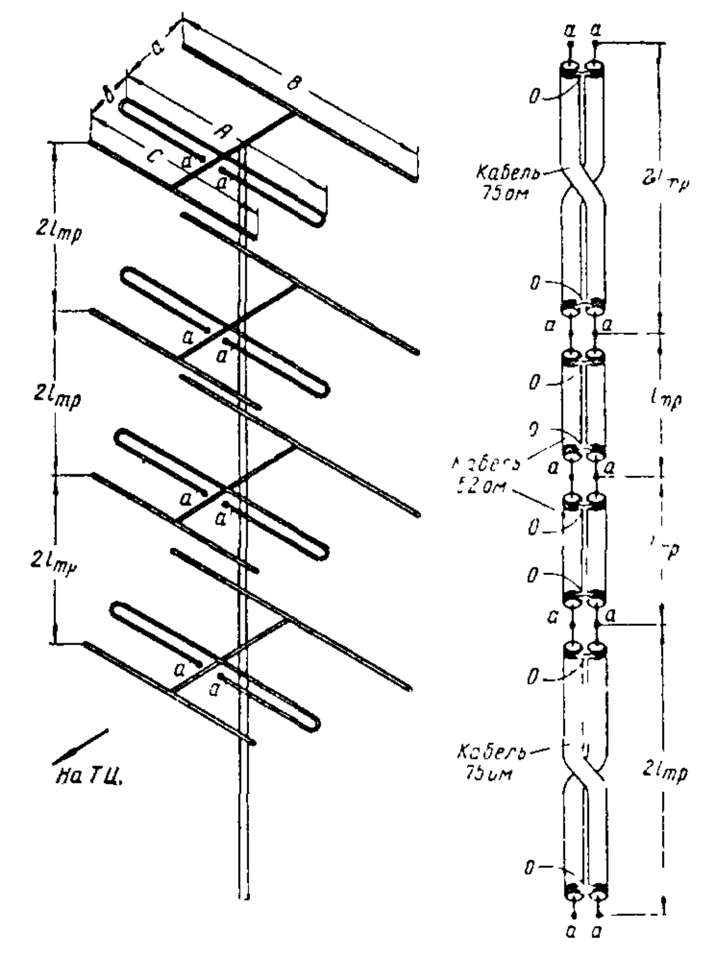


Рис. 13.2. ТВ антенны для дальнего приема

С. Сотников. Телевизионные антенны для дальнего приема. Радио, 1963, 3, с. 40-43. Приводятся конструкции 4-этажной трехэлементной антенны <Волновой канал>, 2-этажной трех- и пятиэлементной антенн того же типа, 4-этажной рамочной антенны. Рис. 13.2.

С. Сотников. Рамочные телевизионные антенны. Радио, 1963, 8, с. 37-38, 1 и 4 вкладки. Описания, эскизы и размеры рамочных антенн для всех 12 метровых телевизионных каналов, синфазные решетки из рамочных антенн, схемы согласования и симметрирования.

И. Бучинский. Антенна для тропосферного приема телевидения. Радио, 1963, 10, с. 31-33, 1 и 4 вкладки. Описана двухэтажная двухрядная синфазная решетка из 4 пятиэлементных АТВК с параболическими рефлекторами. Размеры даны для 4-го телевизионного канала, приводится методика настройки. В размерах имеются ошибки. Рис. 13.3.

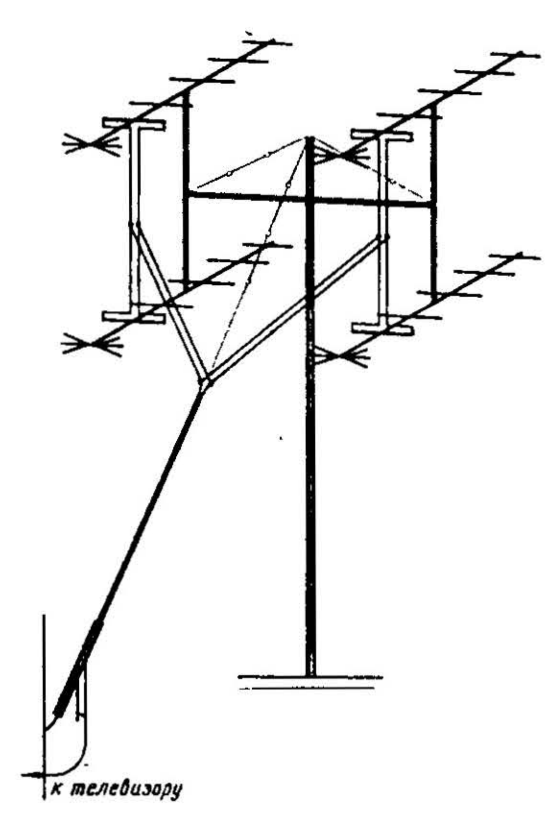


Рис. 13.3. Антенна для тропосферного приема телевидения

Г. Хорошун. Рамочная антенна. Радио, 1964, 9, с. 25, 4 вкладки. Описание и номограмма для расчета скелетно-щелевой антенны, ошибочно названной автором рамочной.

К. Харченко. Антенна с высоким КНД. Радио, 1965, 4, с. 26-27, 1 и 4 вкладки. Описание и рисунки двухэтажной двухрядной синфазной решетки из 4 шестиэлементных АТВК с КНД около 50. Приводятся размеры для всех 12 метровых каналов.

Необычная телевизионная антенна. Радио, 1966, 10, с. 56. Предлагается конструкция антенны с использованием стальных опилок. Утверждается, что антенна обеспечивает устойчивый прием 1-го канала на расстоянии 105 км от телецентра.

В. Кузнецов, В. Парамонов, А. Кукаев. Коллективные телевизионные антенны. Радио, 1969, 3, с. 26-29, 2-3 вкладки; 1970, 5, с. 58-59. Описания, рисунки и таблицы с размерами одноканальных АТВК и для разных комбинаций каналов.

В. Кузнецов, В. Парамонов, А. Кукаев. Индивидуальные телевизионные антенны. Радио, 1969, 5, с. 45-48, 1 вкладка; 1970, 5, с. 58-59. Обзор различных ранее описанных антенн и подробное описание с размерами промышленной антенны ИТА-12.

К. Харченко. Антенна на 33-й телевизионный канал. Радио, 1969, 6, с. 15-16, 1 вкладка. Описание ромбической антенны со стороной ромба в 3 длины волны и плоским рефлектором из горизонтальных проводов. КНД антенны - 50.

В. Кузнецов, В. Парамонов, А. Кукаев. Телевизионные антенны для сложных условий приема. Радио, 1969, 12, с. 35-38; 1970, 5, с. 58-59. Для увеличения КПД предлагается использовать синфазные решетки из АТВК со сдвигом антенн одной группы относительно другой в направлении на передатчик на 1/4 длины волны и компенсацией фазового сдвига направленными ответвителями.

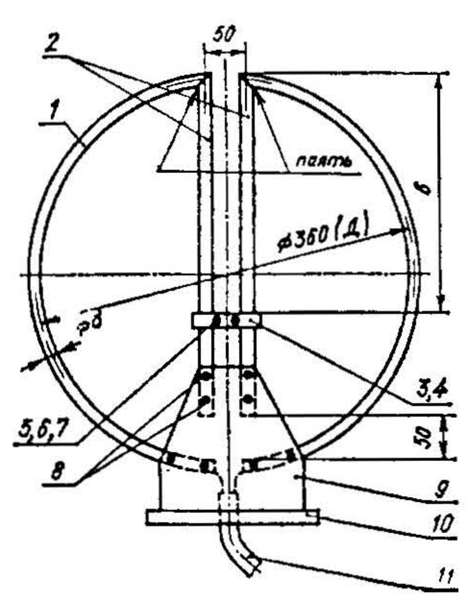


Рис. 13.4. Перестраиваемая телевизионная антенна

Перестраиваемая телевизионная антенна. Радио, 1972, 11, с. 59. По страницам зарубежных журналов. Антенна в виде вертикально расположенного кольца. К нижней разрезанной части кольца подключается фидер, а к верхней - настроечный шлейф. Рис. 13.4.

Ю. Марюнин. Прием слабых телевизионных сигналов. Радио, 1973, 6, с. 28. Сообщение о приеме сигнала 3-го канала на расстоянии 230 км от телецентра за счет

неоднородностей тропосферы. Уверенный прием достигнут синфазной решеткой из 32 пятиэлементных АТВК, расположенных в 4 ряда и 8 этажей.

К. Харченко. Перископические антенны. Радио, 1975, 8, с. 17-19, 2 вкладки. Перископическая уголковая антенна с шунтовым вибратором, уголковым сетчатым рефлектором и отражательным сетчатым зеркалом.

К. Харченко. Антенна комбинированной поляризации. Радио, 1980, 4, с. 28-30, 2 вкладки. Квадратная рамка с вертикальной диагональю. Размеры даны для 1 и 6 каналов горизонтальной поляризации и 3 канала вертикальной.

Малогабаритная телевизионная антенна. Радио, 1980, 11, с. 58-59; 1981, 4, с. 81; 1983, 6, с. 63. По страницам зарубежных журналов. Вибраторная 6-элементная антенна с решетчатым рефлектором. Укорочение достигается намоткой элементов на стержнях из оргстекла с металлическими наконечниками.

К. Харченко. Направленные антенны вертикальной поляризации. Радио, 1982, 1, с. 24-25, 3 вкладки. Вибраторные антенны, активный вибратор которых имеет верхнее плечо в виде половины петлевого вибратора, а нижнее - из двух стержней, расположенных под углом. Рис. 13.5.

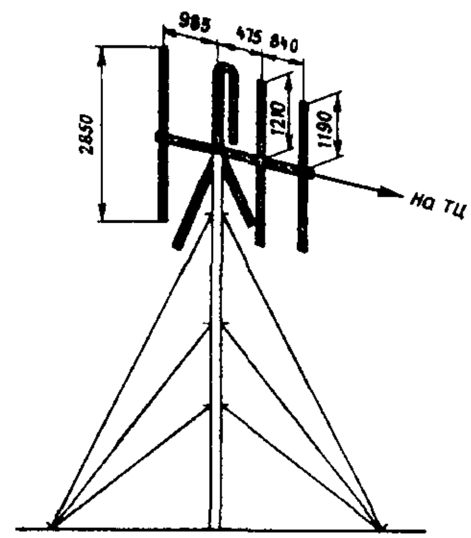


Рис. 13.5. Направленная антенна вертикальной поляризации

Н. Кудрявченко. Многоэтажная антенна ДМВ. Радио, 1990, 11, с. 42-44; 1991, 11, с. 74. Синфазная решетка, содержащая от 4 до 9 этажей из пятиэлементных АТВК с размерами для 28 канала и коэффициентом усиления от 16 до 20 дБ.

Н. Кудрявченко. Антенна Шпиндлера для ДМВ. Радио, 1991, 5, с. 36. Описана многоэлементная АТВК из 10, 16, 20 или 24 элементов. Утверждается, что достигнута хорошая повторяемость при КБВ не менее 0,7.

А. Нанаков. Антенна для ДМВ-диапазона. Радиолюбитель, 1993, 9, с. 5. Предлагается изготовление трехэлементной рамочной антенны из одного целого куска провода.

В. Ковачев. Телевизионная антенна ДМВ. Радио, 1994, 6, с. 38. Четырехэтажная синфазная решетка из одинаковых структур: кольцевого активного вибратора и рефлектора в виде параллельных горизонтальных элементов. Приводится таблица с размерами для каналов с 21 по 39. Рис. 13.6.

В. Кравченко, Д. Кравченко. Комнатная телевизионная антенна. Радио, 1995, 3, с. 61. Проволочная конструкция "Двойного квадрата" с горизонтальной диагональю и антенным усилителем на одном транзисторе. Рис. 13.7.

В. Сандомиров. Высокоэффективная антенна ДМВ. Радиолюбитель, 1996, 5, с. 3. Четырехэтажная синфазная решетка из одиночных скелетно-щелевых антенн с общим рефлектором в виде сетки. Обладает широкой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости и большим коэффициентом усиления. Рис. 13.8.

13.3. Конструкции широкополосных телевизионных антенн

Л. Минаш. Широкодиапазонная приемная антенна с большим усилением. Радио, 1960, 3, с. 50-51. Уголковый вариант логопериодической антенны,

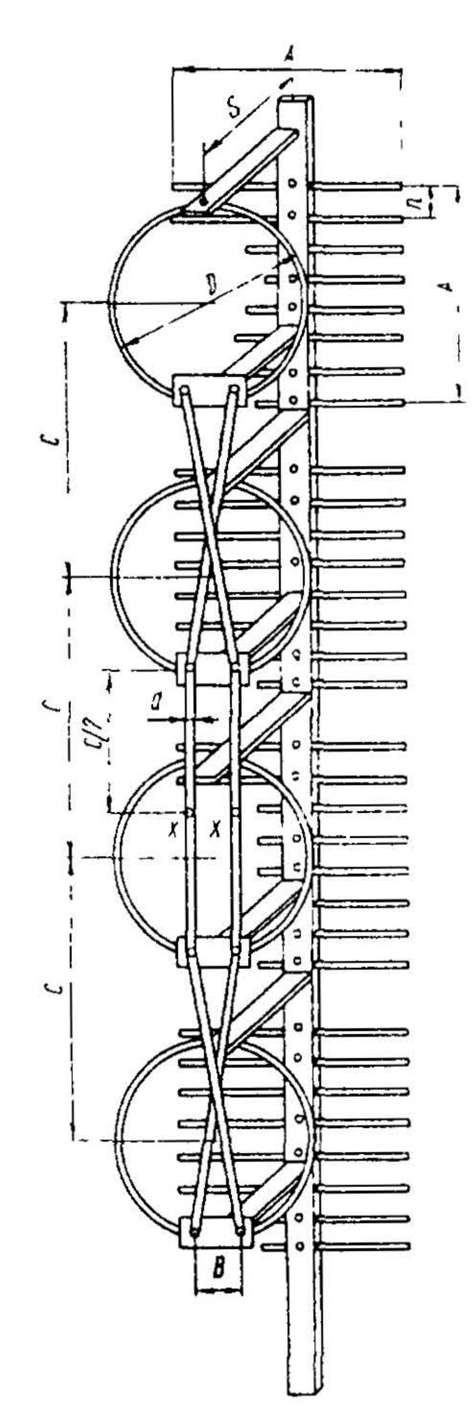
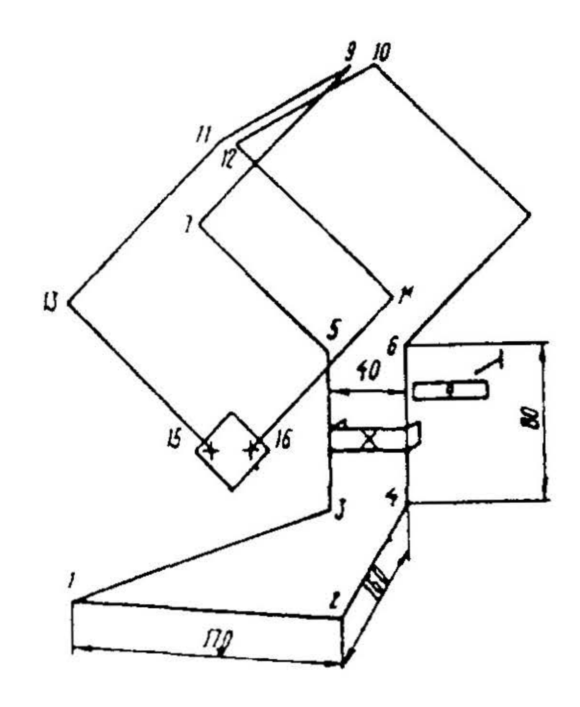


Рис. 13.6. ТВ антенна ДМВ



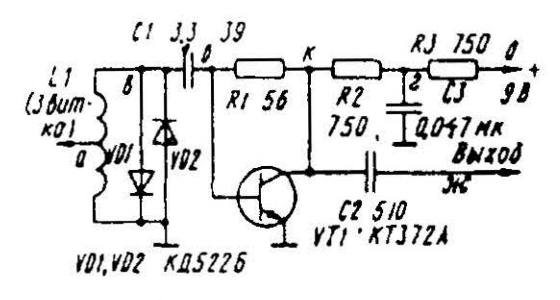


Рис. 13.7. Комнатная ТВ антенна

состоящей из двух иди шести полотен. Перекрывает весь диапазон 12 метровых каналов. При двух полотнах коэффициент усиления не менее 4, КБВ во всем диапазоне не менее 0,5.

Л. Минаш. Широкодиапазонная приемная телевизионнаи антенна. Радио, 1960, 8, с. 42-44. Приводятся принципы построения логопериодических структур, рассмотрены вопросы крепления антенны на мачте, способы сужения диапазона.

В. Шелонин, Э. Трофимов. Антенна на 12 каналов. Радио, 1960, 8, с. 44-46. Предлагается несколько конструкций уголковых антенн из логопериодических структур с трапецеидальными и треугольными зубцами.

Н. Нуриманов. Телевизионная широкодиапазонная компенсированная антенна. Радио, 1961, 1, с. 35, 39; 9, с. 62-63. Предлагается антенна для приема в диапазоне 1-5 каналов в виде симметричного вибратора с компенсацией изменений его активного и реактивного входного сопротивления по диапазону, что приводит к увеличению КБВ в фидере в несколько раз. Рис. 13.9.

В. Шелонин, Ю. Громов. Широкодиапазонная вибраторная антенна. Радио, 1961, 2, с. 33-34. Вибраторная плоская логопериодическая антенна с коэффициентом усиления около 5. Приводятся размеры для 1-12, 1-3, 1-5 и 6-12 каналов. Рис. 13.10.

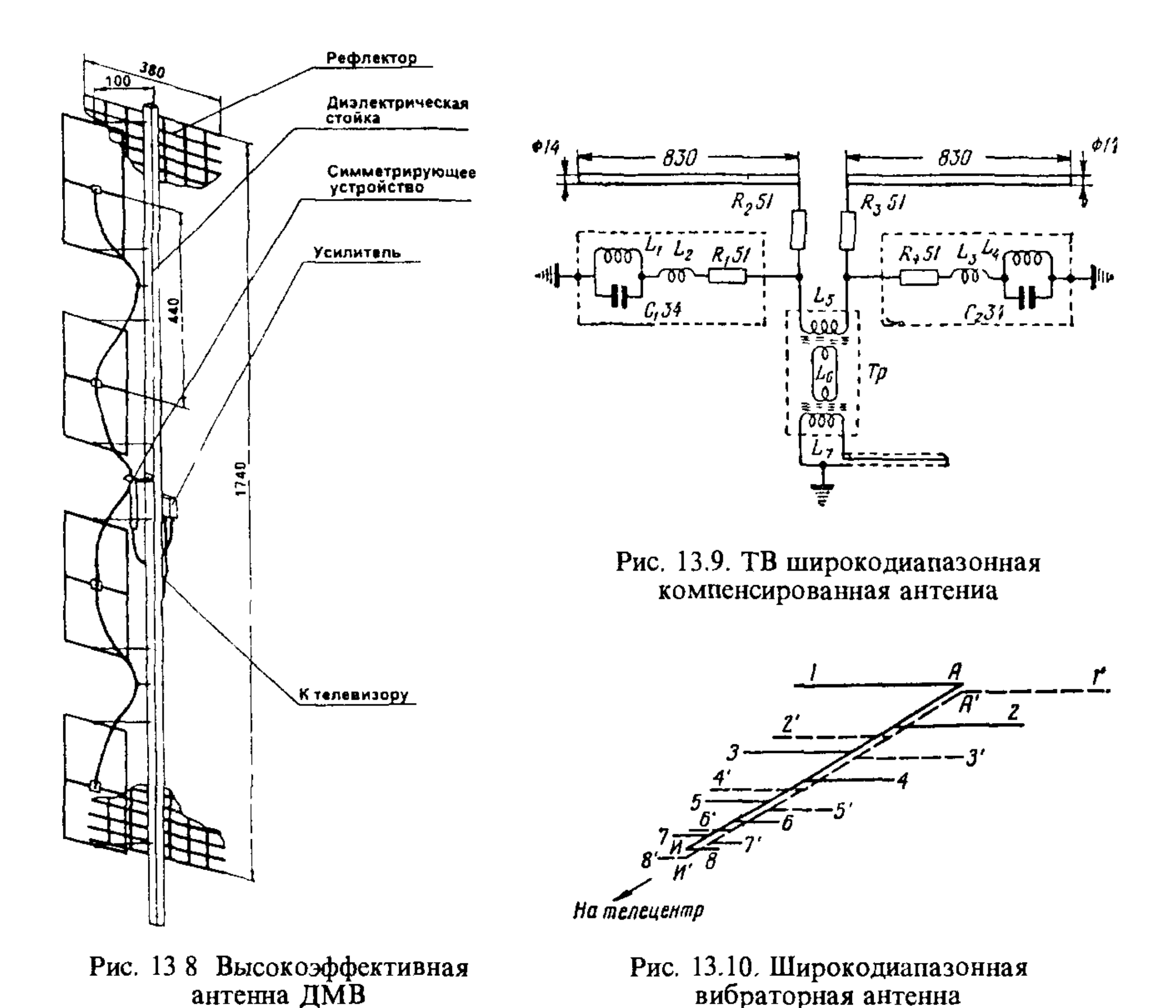


Рис. 13.8 Высокоэффективная антенна ДМВ

Рис. 13.9. ТВ широкодиапазонная компенсированная антенна

Рис. 13.10. Широкодиапазонная вибраторная антенна

К. Харченко. Зигзагообразная антенна. Радио, 1961, 3, с. 47-48, 1 обложка. Описана проволочная зигзагообразная антенна, рассчитанная на прием телевизионного сигнала в диапазоне с первого по пятый канал. Рис. 13.11.

К. Харченко. Антенна для дальнего приема телевидения. Радио, 1961, 4, с. 28-29, 32. Описана зигзагообразная антенна из металлической ленты, трубок или уголка с рефлектором в виде горизонтальных элементов. Приводятся размеры антенны в долях длины волны для приема сигнала в 1-5 или 6-12 каналах. Рис. 13.12.

С. Веев. Ромбическая антенна. Радио, 1961, 7, с. 34-35. Описание антенны, перекрывающей диапазон с первого по пятый канал. Приводятся диаграммы направленности для двух значений длины стороны ромба. Размеры в приведенной таблице необходимо увеличить в 10 раз.

К. Харченко. Двойные зигзагообразные антенны. Радио, 1961, 8, с. 43-46. Рассмотрены возможности увеличения коэффициента усиления зигзагообразных антенн благодаря использованию сдвоенных систем с общим для обеих антенн рефлектором.

К. Харченко. Еще раз о зигзагообразных антеннах. Радио, 1963, 11, с. 50-53. Приводятся дополнительные сведения по зигзагообразным антеннам и описание конструкций узкополосных антенн этого типа с рефлектором. Приводятся таблицы с размерами для любого из 12 метровых каналов.

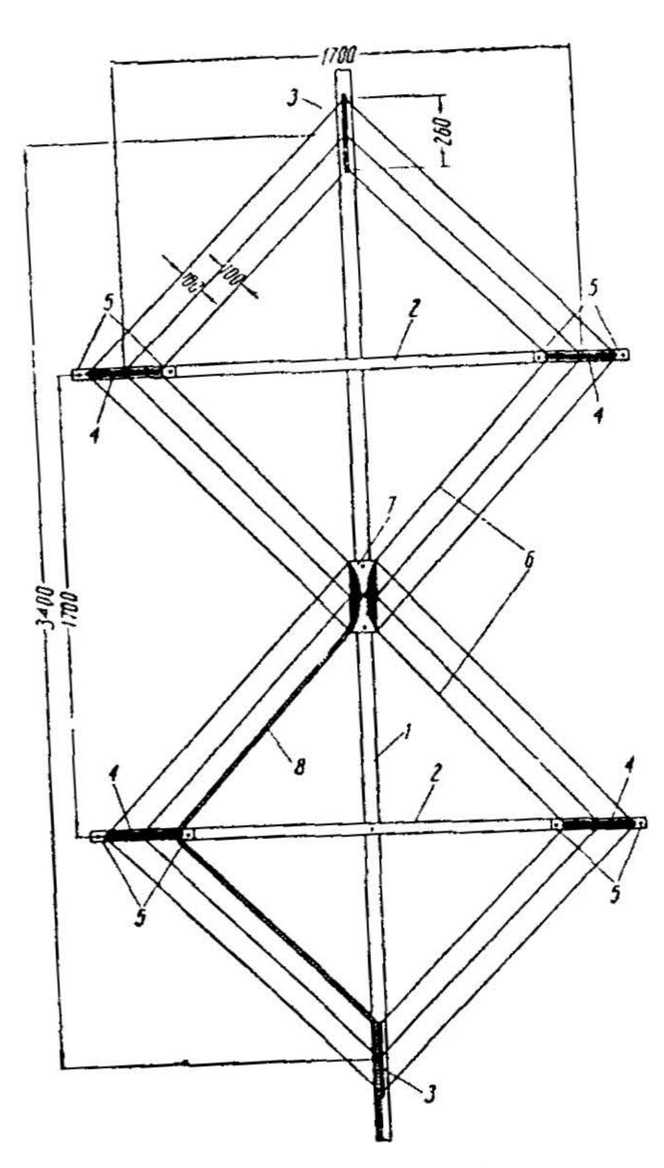


Рис. 13.11. Зигзагообразная антенна

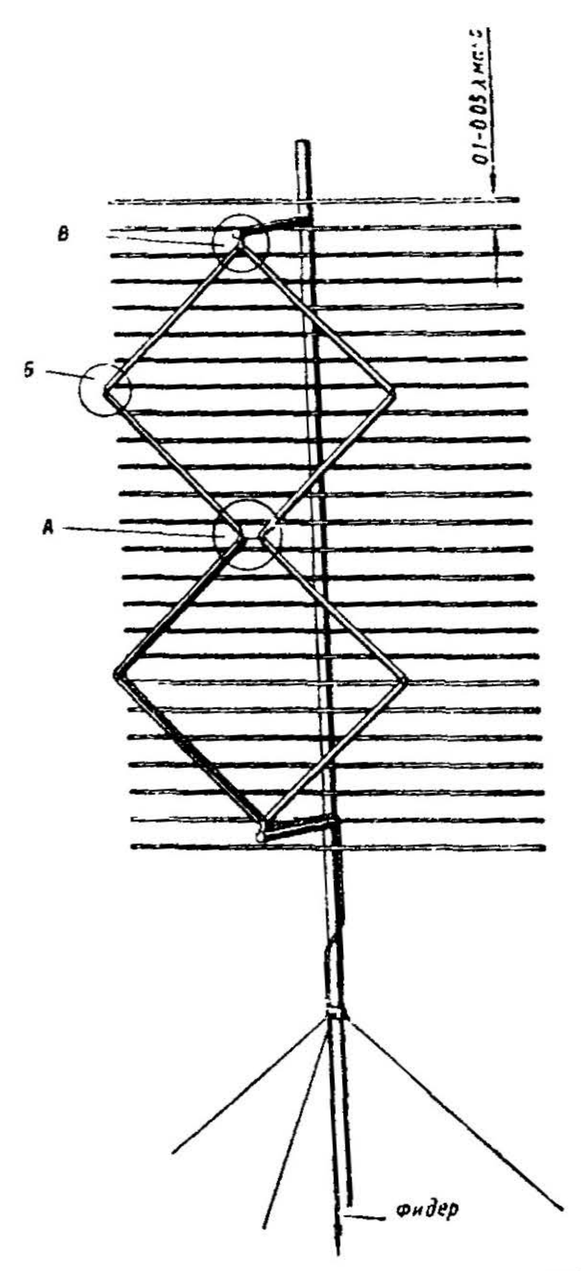


Рис. 13.12. Антенна для дальнего приема с рефлектором

Л. Минаш. Упрощенная конструкция многоканальной телевизионной антенны. Радио, 1963, 5, с. 42. Приводится описание плоской логопериодической антенны, смонтированной на деревянном бруске. Полотно антенны выполнено гибким коаксиальным кабелем, который является продолжением фидера. Коэффициент усиления антенны составляет 6 дБ. Приводятся размеры для антенн 1-5 и 1-12 каналов. Рис. 13.13.

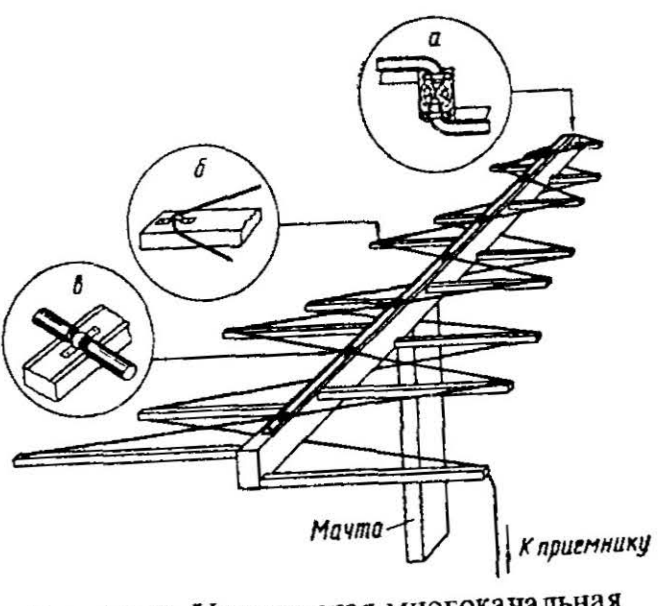


Рис. 13.13 Упрощенная многоканальная ТВ антенна

К. Харченко, С. Исупова. Неполная зигзагообразная антенна.

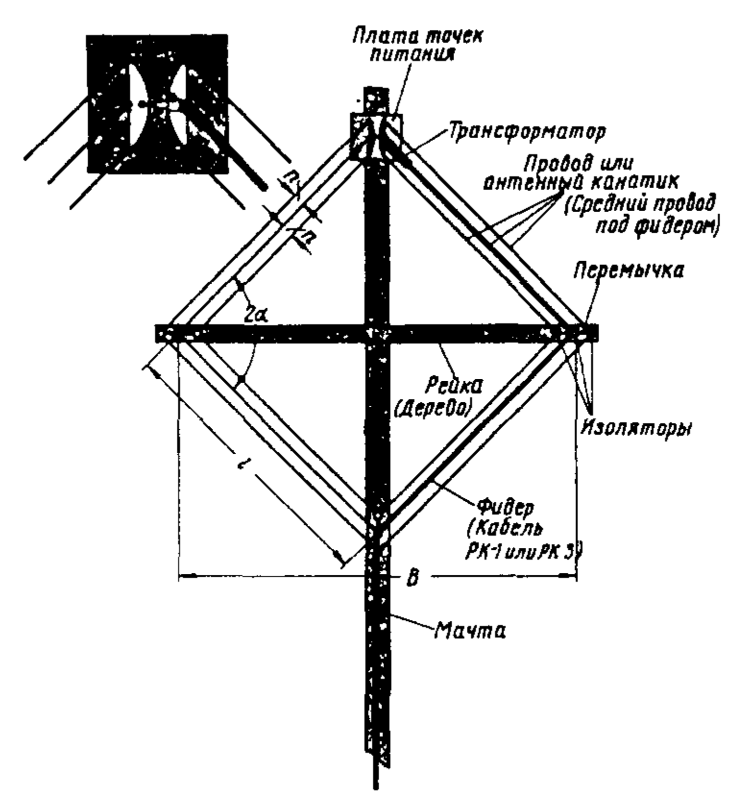


Рис. 13.14. Неполная зигзагообразная антенна

Радио, 1965, 1, с. 24-27, 4 вкладки. Приводятся параметры, рисунки и диаграммы направленности простейшей антенны и антенны с рефлектором. В таблицах приведены размеры для 1-3, 1-5 или 6-12 каналов. Рис. 13.14.

К. Харченко, Б. Шнитман. Комнатная телевизионная антенна. Радио, 1965, 7, с. 25, 1 вкладки. Предлагаются варианты неполных зигзагообразных антенн, выполненных из фольги или проволоки и размещенных на стене, под обоями.

К. Харченко. Широкополосная телевизионная антенна. Радио, 1967, 10, с. 39-41; 1968, 2, с. 61; 1970, 2, с. 15. Описание кольцевой антенны, которая представляет собой разновидность зигзагообразной антенны. Приведены характеристики и диаграммы направленности антенны.

А. Бугаенко. Антенна на 12 каналов. Радио, 1968, 12, с. 53. Из раздела "Обмен опытом". Предлагается антенна, образованная 12 веерообразно расположенными лучами, выполненными из металлических трубок. Предназначена для использования в зоне уверенного приема передач.

В. Кузнецов, В. Парамонов, А. Кукаев. Коллективные телевизионные антенны. Радио, 1969, 3, с. 26-29, 2-3 вкладки. Рисунки, размеры и параметры различных АТВК, содержащих от 3 до 6 элементов, одноканальных и двухканальных, а также антенны типа АТВК-7/6-12 - семиэлементной антенны, рассчитанной на прием сигнала в диапазоне 6-12 каналов.

В. Кузнецов, В. Парамонов, А. Кукаев. Индивидуальные телевизионные антенны. Радио, 1969, 5, с. 45-48, 3 вкладки. Обзорная статья, охватывающая разные антенны от АТВК до рамочных и зигзагообразных. Приводятся их рисунки и даются ссылки на статьи в журнале. Приводится рисунок антенны ИТА-12 с размерами и схемой согласования.

В. Кузнецов, В. Парамонов, А. Кукаев. Телевизионная антенна дециметровых волн. Радио, 1970, 1, с. 17-18, 2 вкладки. Описание 14-элементной антенны "Волновой канал", выполненной из полосового металла с активным вибратором сложной формы и тройным рефлектором, для приема сигнала в диапазоне 21-39 каналов. Коэффициент усиления антенны изменяется по диапазону в пределах от 9,2 до 12 дБ.

Дополнения к статьям о телевизионных антеннах. Радио, 1970, 5, с. 58-59. Предлагаются дополнения к статьям, помещенным в журналах 1969 г. 3, 5, 12, рекомендации для осуществления дальнего приема и грозозащиты антенн. Приведены дополнительные конструктивные данные антенны ИТА-12.

А. Бобков. Широкополосная телевизионная антенна. Радио, 1970, 8, с. 25;

1971, 4, с. 35, 39; 6, с. 62-63. Предлагается диполь, плечи которого образованы сетчатыми проволочными квадратами.

А. Гаспарин, К. Харченко. Телевизионная антенна. Радио, 1970, 10, с. 30-32; 1971, 6, с. 63. Предлагается дипольная антенна с плечами в виде ромбов и согласование антенны с фидером по типу шунтового вибратора.

К. Харченко. Зигзагообразные антенны. В помощь радиолюбителю, 34, с. 33-47. Приводится несколько вариантов зигзагообразных антенн, рассмотрены физические аспекты их работы, рисунки антенн с рефлектором и без него для разных типов поляризации сигнала.

К. Харченко. Телевизионная антенна для автотуристов. Радио, 1971, 6, с. 31, 4 обложки. Складная антенна в виде симметричного вибратора треугольной формы с пониженным волновым сопротивлением. Пригодна для приема сигналов во всем метровом диапазоне волн.

К. Харченко. Ромбовидная антенна. Радио, 1972, 8, с. 47-48, 3 вкладки. Разновидность кольцевой зигзагообразной антенны, у которой вместо кольца используется квадрат с вертикально-горизонтальными диагоналями.

В. Иванов. Простая телевизионная антенна. Радио, 1972, 9, с. 22. Из раздела "Обмен опытом". Описан разрезной вибратор из фольгированного пластика, плечи которого имеют ступенчатую форму. Предназначена для использования в зоне уверенного приема.

А. Князев, Б. Медников, Л. Андреева. Широкодиапазонная телевизионная приемная антенна. Радио, 1973, 2, с. 17-18, 2 вкладки. Предлагается конструкция и электрические параметры вибраторной антенны бегущей волны с собирательной линией из уголка, обеспечивающей удовлетворительный прием как на 6-12, так и на 21-39 каналах.

Н. Тарасов, В. Русаков. Логопериодическая телевизионная антенна. Радио, 1973, 4, с. 27, 29. Описана конструкция 10-элементной антенны для работы в метровом или дециметровом диапазоне с шириной диаграммы направленности 50 в обеих плоскостях и коэффициентом усиления 9 дБ. Образована собирательной линией, к которой крепятся квадратные рамки. Указаны размеры антенн для диапазона 6-12 каналов или 21-39 каналов.

К. Харченко. Комбинированная телевизионная антенна. Радио, 1974, 9, с. 31-32, 3 вкладки. Антенна содержит широкополосный шунтовой вибратор для приема передач по 1-5 каналам и логопериодическую структуру для приема передач по 6-12 каналам. Приводятся графики зависимости КБВ от частоты, который изменяется в пределах от 0,47 до 0,6. Рис. 13.15.

К. Харченко. Еще раз о зигзагообразных антеннах. Радио, 1976, 10, с. 36-37. В связи с тем, что часто постройка зигзагообразных антенн не дает хороших результатов, автор дает некоторые советы, в основном о желательности использования рефлектора и сдвоенных антенн.

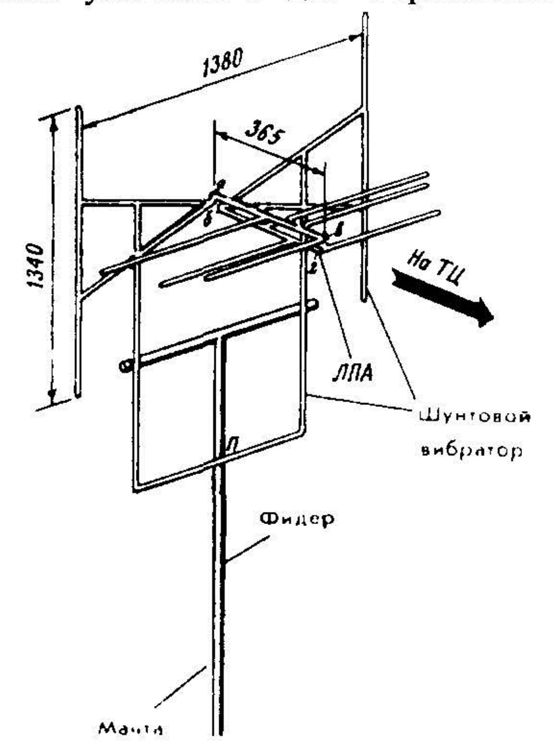


Рис. 13.15. Комбинированная ТВ антенна

Г. Борийчук, В. Булыч, В. Шелонин. Двойная треугольная антенна. Радио, 1979, 4, с. 34-36, 2 вкладки. Предлагается несколько разновидностей антенны, которая является частным случаем зигзагообразной антенны. Указано, что эта антенна лучше согласуется с фидером, чем неполная зигзагообразная. Приводятся графики зависимости КБВ, диаграммы направленности и размеры антенны.

В. Павлов. Автомобильная телеантенна. Радио, 1979, 5, с. 32-33, 3 обложки. Предлагается активная ненаправленная кольцевая антенна, расположенная в горизонтальной плоскости, которая устанавливается на крыше салона автомобиля. Антенный усилитель собран на двух транзисторах ГТ329Б.

Г. Борийчук, В. Булыч, В. Шелонин. Многоэтажные антенны. Радио, 1979, 7, с. 48, 3 вкладки. Рекомендуются конструкции зигзагообразных антенн, состоящих из 4 квадратных звеньев. Приводятся таблицы с размерами для одного канала и нескольких из диапазона 6-12 каналов, а также для диапазона ДМВ. Рис. 13.16.

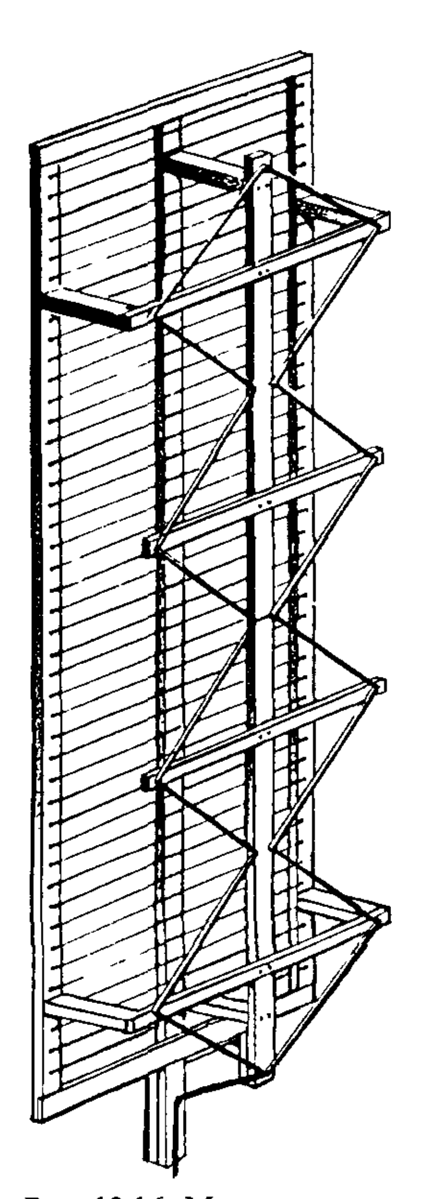


Рис. 13.16. Многоэтажная антенна

К. Харченко, К. Канаев. Объемная ромбическая антенна. Радио, 1979, 11, с. 35-36, 3 обложки. Описание проволочной антенны, которая образована двумя ромбами с длиной стороны ромба, равной 3 длинам волны, соединенными параллельно. Указано, что коэффициент усиления изменяется в пределах от 50 до 80 в зависимости от номера канала. Рассчитана на прием сигнала в диапазоне дециметровых волн.

Г. Борийчук, В. Булыч, В. Шелонин. Двухдиапазонная антенна. Радио, 1980, 3, с. 17, 2 вкладки. Рассмотрена зигзагообразная антенна, в крайних верхней и нижней точках которой включены двухпроводные короткозамкнутые шлейфы. Это позволяет принимать сигналы 6-12 и 21-30 каналов или 6-12 и 29-39 каналов. Коэффициент усиления антенны составляет от 5 до 11 дБ, а при наличии рефлектора - на 3 дБ больше. Рис. 13.17.

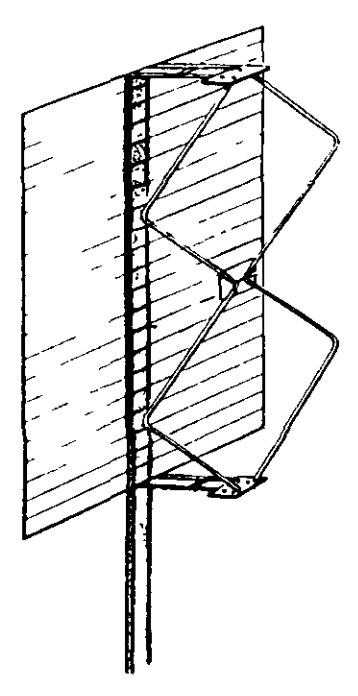


Рис. 13.17. Двухдиапазонная антенна

Активная телевизионная антенна. Радио, 1980, 4, с. 58. Из раздела "По страницам зарубежных журналов". Предлагается комбинированная антенна, содержащая горизонтально расположенное кольцо для приема сигналов в диапазоне МВ, и директорную часть для диапазона ДМВ. Раздельными фидерами принятые сигналы подводятся к

раздельным антенным усилителям. Размеров антенны и схем усилителей не приводится.

В. Гургаль. Комнатная антенна "Сигнал 1-12". Радио, 1980, 9, с. 25, 4 обложки. Краткое описание и фотографии внешнего вида антенны в комбинации со светильником, разработанной для промышленного изготовления. Представляет собой разрезной вибратор, плечи которого свернуты в спираль, что привело к малым габаритам. Приводятся размеры спиралей для метрового диапазона волн.

Н. Войтович. Шестиэлементная антенна с усилителем. В помощь радиолюбителю, 70, с. 9-15. Подробное описание антенны с уголковым рефлектором для диапазона 21-39 каналов и усилителя на транзисторах ГТ346А с коэффициентом усиления около 20 дБ. Рис. 13.18.

В. Манушин, Антенна и конвертер ДМВ. Радио, 1981, 10, с. 27-28, 4 обложки; 1982, 10, с. 62; 1987, 9, с. 30-31. Предлагается антенна, выполненная в виде широкополосного разрезного вибратора, и конвертер, собранный на двух транзисторах. Антенный вибратор и конвертер собраны на едином куске фольгированного стеклотекстолита.

В. Шелонин, Г. Борийчук. Комбинированная телевизионнан антенна. Радио, 1982, 4, с. 17, 2 вкладки. Описана двухдиапазонная антенна для приема сигналов либо 1-3 и 6-12 каналов, либо 6-12 и 21-39 каналов. Антенна образована сочетанием короткого и длинного вибраторов, которые соединены двухпроводной линией.

А. Арбузов, В. Чернолес. Логопериодическая антенна уменьшенных размеров. Радио, 1985, 3, с. 28-30, 3 вкладки; 11, с. 62-63. Антенна предназначена для приема нескольких каналов метрового диапазона, значительно отличающихся по частоте. Уменьшение размеров антенны достигнуто совмещением высокочастотных и низкочастотных вибраторов в полотне антенны.

В. Пясецкий. Универсальная всеволновая антенна. Радио, 1985, 7, с. 17-18, 2 вкладки; 1986, 5, с. 61-62. Описана комбинация веерной антенны метрового диапазона с многоэлементной директорной антенной дециметрового диапазона, работающих на единый фидер. Для телевизоров с раздельными входами МВ и ДМВ антенн предлагается использовать переключение тумблером.

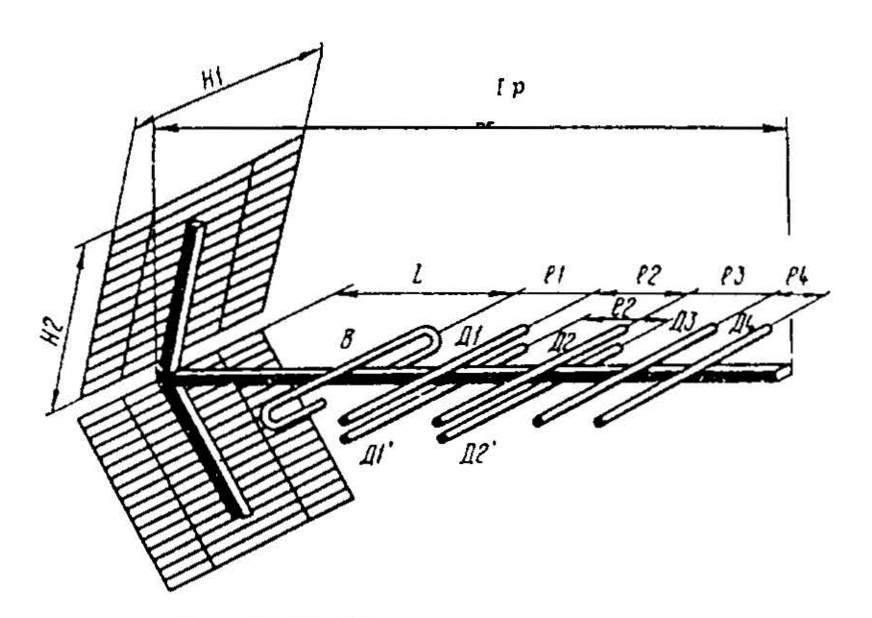


Рис. 13.18. Шестиэлементная антенна

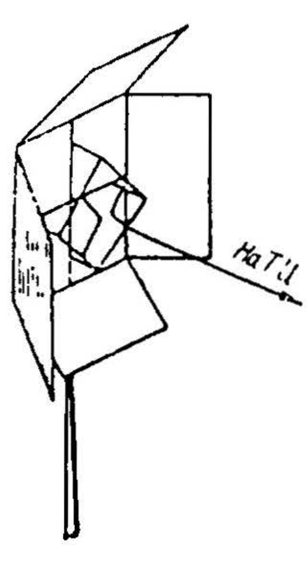


Рис. 13.19. Антенна диапазона ДЦВ

К. Харченко. Антенна диапазона ДМВ. В помощь радиолюбителю, 94, с. 68-79. Приводится описание дециметровой антенны, рассчитанной на прием сигнала в дециметровом диапазоне, приводятся формулы для определения параметров антенн. Рис. 13.19.

М. Илаев. Простые антенна и конвертер ДМВ. Радио, 1988, 2, с. 40-41, 1 вкладка. Предлагается зигзагообразная антенна и конвертер на транзисторах ГТ330Б, который преобразует сигнал ДМВ на частоту 3-5 или 6-12 канала. Питание от батареи "Крона", приводятся схемы питания конвертера по фидеру.

Г. Нунупаров. Наружная антенна для приема ДМВ. Радио, 1990, 8, с. 50-52. Приводится конструкция вибраторной логопериодической антенны и методика ее расчета. Описана такая антенна для диапазона 21-60 каналов с КНД, равным 8,5 дБ.

М. Илаев. Антенна из кабеля и конвертер ДМВ. Радио 1991, 3, с. 33-36; 11, с. 74; Радиолюбитель, 1996, 1, с. 4. Описание антенны в виде неполного зигзага, выполненного из конца фидера, и схема конвертера на трех транзисторах ГТ341Б, преобразующего сигнал на 4-й или 5-й канал.

Ю. Зирюкин. Прием телепрограмм в ДМВ диапазоне. Радиолюбитель, 1992, 3, с. 4-5. Предлагается использовать двойную зигзагообразную антенну с рефлектором в диапазоне 21-40 каналов совместно с усилителем на двух транзисторах КТ3123. Коэффициент усиления усилителя 16-20 дБ. Приводятся его монтажная схема и рекомендации по настройке.

А. Трифонов. Двухполосная антенна ДМВ. Радио, 1992, 11, с. 35-36, 2 обложки; 1993, 10, с. 43; 11, с. 43. Двухэлементная рамочная антенна: одна рамка квадратная, другая - восьмиугольная. В зависимости от того, какая из рамок используется активной, а какая - директорной или рефлекторной, принимается либо диапазон 21-40 или 41-60 каналов. Для перехода с одного диапазона на другой требуется пересборка антенны, для чего применены резьбовые соединения элементов.

Н.Кудривченко. Эффективные зигзагообразные антенны. В помощь радиолюбителю, 114, с. 5-13. Рассмотрены зависимости параметров антенн от углов при вершине и размеров полотна, вопросы согласования с фидером.

И. Григоров. Телевизионные антенны. Радиолюбитель, 1993, 1, с. 4-5. Рассмотрены варианты универсальной магнитной антенны, выполненной из петли коаксиального кабеля, а также дециметровая антенна, изготовленная из двух консервных банок, соединенных полоской фольгированного стеклотекстолита.

В. Лямец. Антенна дециметрового диапазона для сложных условий приема. Радиолюбитель, 1993, 4, с. 2-3. Приводится описание широкополосного полуволнового вибратора с уголковым отражателем и симметрирующим шлейфом. Приведены все размеры для приема сигнала по 33 каналу.

Ю. Попов. Широкополосная спиральная антенна. Радиолюбитель, 1994, 1, с. 5. Антенна, как указывает автор статьи, хорошо принимает пять каналов: три в диапазоне МВ и два в диапазоне ДМВ. Приводятся формулы для расчета размеров антенны.

А. Скорлупкин. Широкополосная кольцевая антенна ДМВ из магнитного диска. Радиолюбитель, 1994, 5, с. 4. Жесткий магнитный диск с наружным диаметром 356 и внутренним 168 мм пропиливается по радиусу, а к пропилу

подлючается фидер. Приведена характеристика зависимости КСВ от частоты в пределах от 470 до 630 МГц.

И. Григоров. Модернизация телевизионных антенн дециметрового диапазона. Радиолюбитель, 1994, 8, с. 4. Предлагается изменение конструкции трехэлементной рамочной антенны. Для расширения полосы пропускания автор предлагает разрезать рамки директора и рефлектора и соединить их с вибраторной рамкой двухпроводной линией.

А. Лапаев. Широкополосиаи антенна. Радиолюбитель, 1994, 11, с. 5-6. Предлагаются три варианта телевизионных антенн, выполненных из магнитных дисков от ЕС ЭВМ.

В. Бабынин. Зигзагообразные многодиапазонные телевизионные антенны. Радиолюбитель, 1994, 12, с. 2-3. Варианты зигзагообразных антенн и их комбинации с полуволновым вибратором. Приводятся графики зависимости входного сопротивления антенн от угла при вершине зигзага и ширины полотна.

И. Григоров. Ромбическая антенна для приема TV. Радиолюбитель, 1995, 7, с. 4-5. Предлагается использовать антенну, похожую на ромбическую, но отличающуюся от нее тем, что длина стороны ромба значительно меньше, чем длина волны сигнала.

С. Лозицкий. Прием телевизионных передач метрового и дециметрового диапазонов. Радиолюбитель, 1995, 8, с. 2-5. На примере г. Северодвинска, где возможен прием шести программ телевидения с разными уровнями сигнала, предлагается использовать веерный вибратор с антенным усилителем и согласующим трансформатором на ферритовых кольцах.

Н. Баклыков. Новые возможности антенны "Бабочка". Радиолюбитель, 1995, 12, с. 4. Предлагается у традиционной антенны ТАИ-12 укоротить вибраторы, что позволяет принимать телевизионные передачи метрового и дециметрового диапазонов, а также радиопередачи в диапазоне УКВ-ЧМ.

В. Бабынин. О КБВ зигзагообразной антенны. Радиолюбитель, 1996, 2, с. 5. Предлагается поправка к книге К. Харченко "УКВ антенны".

Г. Ушанов. Две простые телевизионные антенны. Радиолюбитель, 1996, 5, с. 4. Предлагаются две ненаправленные широкополосные антенны: одна - из двух взаимно перпендикулярных ромбов, а вторая - из двух треугольников. Рис. 13.20.

А. Мельник. Телеантенна с кольцевыми вибраторами. Радио, 1996, 10, с. 16. Предложен вариант антенны с кольцевыми вибраторами, усложненной добавлением директорных систем. Рис. 13.21.

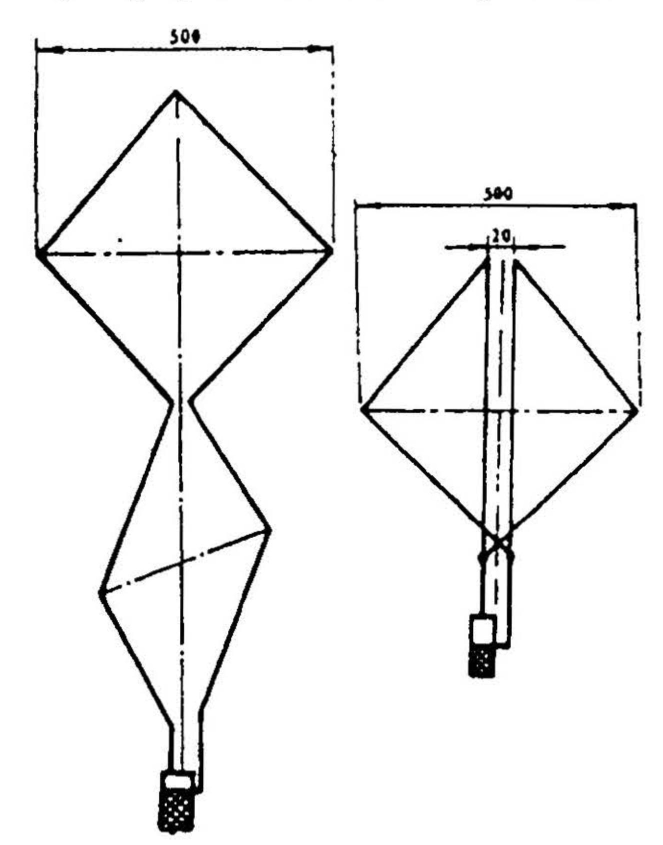


Рис. 13.20. Две простые ТВ антенны

И. Нечаев. Активиаи антеииа диапазона МВ. Радио, 1997, 2, с. 6-7. В единой конструкции объединены петлевой вибратор с антенным усилителем на двух транзисторах, который имеет симметричный 300-омный вход, и несимметричный 75-омный выход.

А. Ильин. Простая широкополоснаи телевизионная антенна. Радиолюбитель, 1997, 2, с. 5. Приводится описание комбинации веерного внбратора для диапазона МВ с кольцевой рамкой для диапазона ДМВ.

В. Дьяконов. Антенна МВ. Радиолюбитель, 1997, 8, с. 7. Приводятся описание и эскиз кольцевой разрезной антенны, к разрезу которой присоединен регулируемый по длине короткозамкнутый шлейф, что позволяет настроить антенну на диапазон 6-12 каналов.

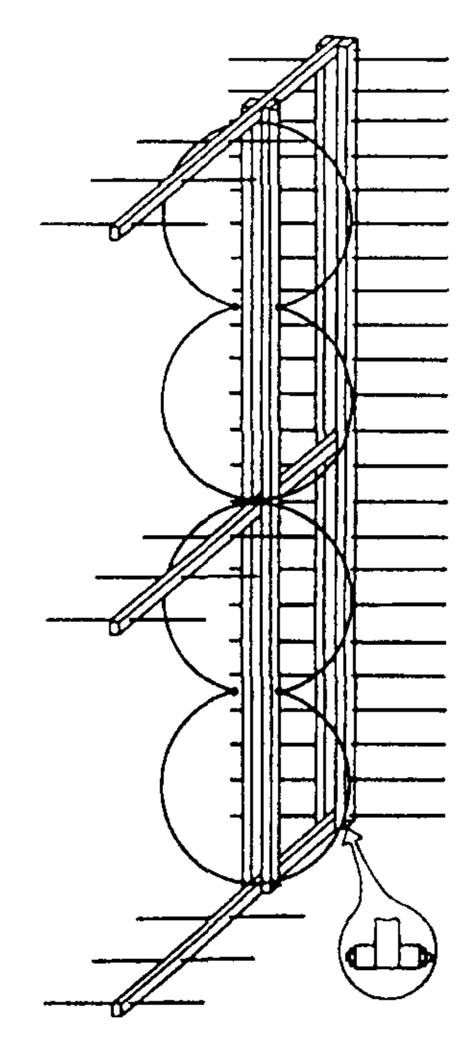


Рис. 13.21. Антенна с кольцевыми вибраторами

13.4. Конструкции радиовещательных антенн

В. Науменко. Изготовление ферритовых стержней. Радио, 1961, 8, с. 40. Из раздела "Обмен опытом". Предлагается способ изготовления ферритовых стержней из массы, содержащей ферритовый порошок и связующее вещество - клей с порошком буры. Масса набивается в стеклянную пробирку, которую после затвердевания массы разбивают.

Прием длинных и средних волн на телевизионную антенну. Радио, 1962, 6, с. 52. Из раздела "По страницам зарубежных журналов". При использовании индивидуальной телевизионной антенны предлагается применить разделительный фильтр между телевизором и радиоприемником.

М. Смелов. Набивка ферритового порошка. Радио, 1962, 8, с. 46. Из раздела "Обмен опытом". При изготовлении ферритовых стержней из порошковой массы рекомендуется ее набивать в трубку из бумаги.

А. Матюшин. Изготовление стержней из ферритовых колец. Радио, 1962, 8, с. 46. Из раздела "Обмен опытом". Предлагается склеивать стержень клеем БФ из ферритовых колец, предварительно надев их на палочку из диэлектрика.

А. Демский. Рамочная антенна в карманном приемнике. Радио, 1963, 11, с. 41. Из раздела "Обмен опытом". Для приема в средневолновом диапазоне предлагается использовать рамочную антенну с конденсатором переменной емкости и катушкой связи.

Е. Кучис. О магнитной антенне. Радио, 1963, 12, с. 28. Из раздела "Обмен опытом". Рассмотрены различные факторы влияния на добротность контурной катушки, расположенной на магнитной антенне: место расположения катушек, влияние катушки связи и внешних предметов.

Применение рамочных антенн в карманных приемниках. Радио, 1964, 4, с. 42. Обзор писем читателей. Приводятся краткие параметры приемников, создан-

ных читателями журнала, если ферритовая антенна заменена рамкой, расположенной внутри футляра приемника.

В. Косолапов. Г-образная ферритовая антенна. Радио, 1964, 4, с. 49. Для ликвидации направленного эффекта цилиндрической ферритовой антенны рекомендуется склеить два куска ферритового стержня под углом 90 .

УКВ ферритовая антенна. Радио, 1964, 7, с. 54. Из раздела "По страницам зарубежных журналов". Предлагается конструкция ферритовой антенны малых размеров. Приведены ее размеры для диапазона 87-104 МГц.

Можно ли сконструировать ненаправленную ферритовую антенну. Радио, 1964, 7, с. 62. Из раздела "Наша консультация". Предлагается конструкция ферритовой антенны либо противоположной поляризации сигнала, либо турникетного типа.

Н. Брюква. Телескопическая антенна. Радио, 1965, 4, с. 39-40. Из раздела "Обмен опытом". Предложена технология самостоятельного изготовления телескопической антенны из листовой латуни или жести протягиванием заготовки вместе со стальной проволокой через ряд отверстий.

В. Дойников. Экранирование магнитной антенны. Радио, 1967, 1, с. 43. Во избежание самовозбуждения карманного приемника из-за взаимного влияния между магнитной антенной и высокочастотными катушками предлагается поместить антенну в металлический экран из немагнитного материала с продольным пропилом.

В. Носов. Коротковолновые ферритовые антенны. Радио, 1968, 10, с. 28-29. Рассмотрены особенности использования ферритовых антенн вместо штыревых, требование высокой добротности. Приводится конструкция магнитной антенны высокой добротности.

В. Васильев. Рамочные КВ антенны в портативных приемниках. Радио, 1969, 5, с. 30. Приводится формула для определения действующей высоты рамочной антенны и конструкция антенны, предназначенной для установки в ручке переносного приемника со схемой подключения.

В. Фролов. Магнитная антенна. Радио, 1971, 9, с. 28-31. Подробное описание принципа действия магнитных антенн, зависимости их электрических параметров от конструкции, способов подключения ко входу приемника. Приводятся намоточные данные катушек для разных ферритовых сердечников и разных диапазонов.

Ю. Хабаров. Активные антенны. Радио, 1975, 1, с. 57-59. Обзор по материалам иностранных журналов активных антенн - устройств, в которых конструктивно объединены пассивные элементы антенн и усилитель принятых сигналов.

В. Ермоленко. Магнитная антенна - на плоском стержне. Радио, 1982, 12, с. 50. Для ликвидации направленных свойств магнитной антенны рекомендуется располагать витки вдоль длинной стороны плоского ферритового стержня.

И. Вагнер. Антенна для радиовещательного приемника. Радио, 1985, 5, с. 54. Предлагается сооружение антенны из нескольких витков сетевого провода в полихлорвиниловой изоляции, проложенных по периметру окна.

В. Андрианов. Широкополосная рамочная антенна. Радио, 1991, 1, с. 54-56; 1994, 9, с. 43-44. Предлагается конструкция рамочной антенны, для увеличения действующей высоты которой использована большая площадь витка рамки до 10 кв. м. с подробным описанием.

А. Гречихин. Электрически малые антенны: возможности и заблуждения. Радио, 1992, 11, с. 8-10. Анализ антенн малых размеров, их сравнительные характеристики, достоинства и недостатки.

И. Григоров. Магнитные рамочные антенны. Радиолюбитель, 1993, 5, с. 44-46; 6, с. 43-45. Рассмотрены принципы действия рамочных антенн при приеме сигналов вертикальной поляризации в плоскости рамки, экранированных рамок, их размеры и параметры.

В. Поляков, Рамочная средневолновая антенна. Радио, 1994, 1, с. 19-20. Рассмотрены значения действующей высоты традиционной магнитной антенны и рамочной. Показано, что при дефиците ферритовых стержней хорошие результаты может дать рамочная антенна корзиночной конструкции.

В. Поляков. Рамочная УКВ антенна. Радио, 1996, 7, с. 20-21. Предлагается антенна из одного витка провода для приема УКВ-ЧМ радиовещания.

13.5. Поворотные устройства антенн

Вращающаяся мачта. Радио, 1963, 3, с. 56. Из раздела "По страницам зарубежных журналов". Приводится эскиз конструкции мачты для телевизионной антенны. Вращение осуществляется тросом, огибающим барабан.

Поворотные устройства антенн. Радио, 1963, 4, с. 28-29. Подборка статей с описаними трех конструкций для телевизионных антенн, изготовленных в радиолюбительских условиях.

Индикатор направления антенны. Радио, 1964, 3, с. 31. Из раздела "Обмен опытом". Схема устройства содержит выпрямитель напряжения сигнала, снимаемого с катода кинескопа, усилитель постоянного тока и стрелочный прибор. При вращении антенны добиваются максимальных показаний прибора.

В. Лыба. Установка для поворота антенны. Радио, 1966, 9, с. 31-32, 1 вкладки. Описание конструкции поворотной мачты с двигателем и редуктором, с реверсным управлением и концевыми выключателями. Имеется потенциометрическая следящая система.

Р. Гордиенко. Телескопическая антенная мачта. Радио, 1970, 8, с. 27. Мачта выполняется из трех труб диаметрами 1, 1,25 и 1,75 дюйма, крепится к стене здания и оттяжками к Земле. Имеется возможность поворачивать мачту из окна рукояткой.

А. Дмитренко, В. Матюхин. Управление поворотом антенны. Радио, 1971, 4, с. 28. Предлагается вместо сельсинов использовать переменные резисторы, образующие мост сопротивлений, в диагональ которого включено поляризованное реле, управляющее двигателем.

М. Янкелович. Ориентирование телевизионной антенны. Радио, 1972, 4, с. 37. Из раздела "Обмен опытом". Предлагается производить ориентирование антенны по максимуму отрицательного напряжения на сетке лампы амплитудного селектора синхроимпульсов.

А. Толкушев, Г. Хонин. Подъемно-поворотный узел антенны. Радио, 1980, 7, с. 17-18, 2 вкладки. Приводится подробное описание относительно несложного устройства с чертежами деталей.

И. Гладков, В. Ефанов, Г. Фазылов. Устройство ориентирования антенн. Радио, 1985, 9, с. 44-47, 3 вкладки. Прибор измеряет напряжение сигнала на выходе антенны на любом из 12 метровых каналов. Содержит СК-М-20,

транзисторный трехкаскадный УПЧИ, детектор с удвоением напряжения и операционный усилитель. Питание от двух батарей по 9 В.

В. Гузь. О конструировании поворотного устройства. Радио, 1991, 3, с. 25. Предлагается вместо концевых включателей установить на вал сельсина кулачок с небольшим свободным ходом, угол которого равен или больше угла между микровыключателями.

В. Губанков. Схема управления поворотом антенны. Радио, 1992, 10, с. 43. При отсутствии сельсинов предлагается использовать мостовую схему с двумя переменными резисторами и поляризованным реле, включенным в диагональ моста. Обеспечивается равномерная шкала и высокая чувствительность.

А. Сизов. Указатели угла поворота антенн. Радиолюбитель, 1995, 5, с. 43. Предлагается мостовая схема с двумя переменными резисторами: один - на оси антенны, второй - с градуировочной шкалой служит для установки вручную баланса моста по микроамперметру с нулем посредине шкалы.

И. Нечаев. Прибор для ориентировки антенн. Радио, 1996, 11, с. 8-9. Приемник прямого преобразования на диапазон МВ с настройкой на любой из 12 каналов и стрелочным индикатором уровня сигнала. Собран на трех микросхемах К174ПС2, К544УД2, К176ЛА7.

13.6. Телевизионные антенные усилители

Ф. Тормазов. Телевязионные приставки УПТ-1 и УПТ-2. Радио, 1955, 2, с. 20. Краткое описание и схема ламповых приставок для усиления телевизионного сигнала по высокой частоте 1-го и 2-го каналов.

Р. Ерохин. Антенный усилитель. Радио, 1960, 8, с. 47. Описание и схема усилителя на 4 лампах для 1-го частотного канала. Низкий уровень собственных шумов усилителя достигнут за счет использования на входе схемы "Триод с заземленным катодом - триод с заземленной сеткой" и низким напряжением анодного питания.

С. Маркатов, Е. Жуков. Шярокополосный антенный усилитель. Радио, 1961, 10, с. 45-46; 1962, 12, с. 28. Двухкаскадный усилитель бегущей волны на 4 лампах 6Ж1П с коэффициентом усиления около 5 и полосой пропускания от 43 до 120 МГц.

Г. Дедюкин, Л. Модестов. Параметрический усилитель. Радио, 1962, 1, с. 47-49, 4 обложки. Усилитель на транзисторе П403, рассчитанный на прием 1-го канала с коэффициентом усиления 8-10 дБ при мощности генератора накачки 200-300 мВт. Преобразует сигнал на 12-й канал. Генератор накачки не описан.

В. Сперанский. Антенный усилитель. Радио, 1962, 4, с. 29-30; 1963, 5, с. 61. Одноканальный усилитель на двух транзисторах П411 по схеме с общей базой. Усиление по напряжению около 15 на нагрузке 75 Ом. Приведены данные катушек для 3-го частотного канала.

В. Абрамович. Блок питания для антенного усилителя. Радио, 1962, 12, с. 28. Предложены две схемы блока питания для антенного усилителя Маркатова и Жукова: нестабилизированного и со стабилизатором анодного напряжения. Приводятся намоточные данные сетевых трансформаторов для обеих схем.

В. Зеленов. Антенный усилитель. Радио, 1964, 3, с. 33. Усилитель на трех транзисторах П411 с полосой пропускания от 35 до 145 МГц и коэффициентом усиления 10 на частоте 80 МГц. Амплитудная характеристика линейна вплоть до входного напряжения 80 мВ.

Н. Федосов. Широкополосный усилитель. Радио, 1964, 4, с. 28-29. Двухкаскадный усилитель бегущей волны на 6 лампах 6Ж9П с диапазоном частот от 20 до 120 МГц и коэффициентом усиления 3-5. Приведены фотографии монтажа, данные катушек и схема выпрямителя.

В. Костиков. Антенные усилители с электронной настройкой. Радио, 1965, 7, с. 26-28. В целях размещения антенного усилителя с узкой полосой пропускания непосредственно на мачте требуется дистанционная их перестройка. Рассмотрены схемы из иностранных журналов на транзисторах с настройкой варикапом.

В. Иванов. Антенный усилитель на 12 каналов. Радио, 1966, 7, с. 29. Описание и схема усилителя на 4 транзисторах типа ГТ313А по апериодической схеме. Полоса пропускания от 40 до 240 МГц с максимальным коэффициентом усиления 20.

Р. Иванов. Антенный усилитель на 430-440 МГц. Радио, 1966, 11, с. 9. Усилитель на двух транзисторах П418Г по схеме с общей базой с коэффициентом усиления 20 дБ. Предназначен для установки на мачте, вблизи антенны.

В. Демьянов. Широкополосные малошумящие антенные усилители. Радио, 1968, 7, с. 23-25. Две схемы ламповых и одна схема транзисторного усилителей. Частотная характеристика перекрывает диапазоны 1-5 и 6-12 каналы.

Милан Чески. Чехословацкие антенные усилители. Радио, 1968, 8, с. 60. Информация об антенных усилителях, выпускаемых в ЧССР, описание и схема усилителя на двух транзисторах с коэффициентом усиления до 18 дБ в полосе частот метрового диапазона волн.

Антенный усилитель. Радио, 1970, 8, с. 59. Из раздела "По страницам зарубежных журналов". Одноканальный усилитель на двух лампах 6Ж9П. Приводятся намоточные данные катушек для каждого из 6-12 каналов. Коэффициент усиления около 30 дБ, низкий уровень собственных шумов, потребляемая мощность 10 Вт.

В. Парамонов, А. Гордеев, Н. Реушкин, Г. Сулавко. Транзисторные антенные усилители. Радио, 1970, 11, с. 17-19, 2 вкладки. Одноканальный двухкаскадный усилитель по каскодной схеме на транзисторах ГТ313Б с коэффициентом усиления 25-30 дБ. Приводятся намоточные данные катушек для любого из 12 метровых каналов, показаны внешний вид и схема с данными блока питания.

В. Титенко. Антенный усилитель. Радио, 1973, 4, с. 17-18, 2 вкладки. Двухкаскадный усилитель на лампах 6С17К-В с заземленным катодом первого каскада и заземленной сеткой второго. Коэффициент усиления в диапазоне 50...100 МГц 20 дБ, в диапазоне 140...230 МГц 15 дБ. Коэффициент шума не более 1,8. Приведены намоточные данные катушек для диапазона 1-5 или 6-12 каналов.

Простой антенный усилитель. Радио, 1973, 4, с. 58. Из раздела "По страницам зарубежных журналов". Трехкаскадный усилитель на транзисторах ГТ311А или ГТ341А. Все каскады одинаковые: по схеме с общим эмиттером и коллекторной активной нагрузкой 470 Ом. Коэффициент усиления 25 дБ в диапазоне 150...210 МГц. Не содержит катушек индуктивности, может работать при напряжении питания от 4,5 до 12 В.

И. Геншенза, В. Коломиец, Н. Савенко. Антенный усилятель с дистанционной подстройкой. Радио, 1975, 4, с. 15-16, 1 вкладка; 1976, 9, с. 62; 1977, 1, с. 62. Усилитель на трех транзисторах ГТ329Б с коэффициентом шума 4-6 дБ,

полосой пропускания 4-5 МГц и коэффициентом усиления 35-40 дБ. Приведены намоточные данные для любого из 12 метровых каналов. Диапазон подстройки 3 МГц.

Ю. Бигельдин, А. Данилов, Ч. Сеитнепесов. Антенный усилитель. Радио, 1979, 6, с. 38. Усилитель на 4 транзисторах ГТ329А и ГТ329Б с полосой пропускания от 50 до 350 МГц и коэффициентом усиления 40 дБ. Неравномерность усиления в пределах полосы 3 МГц. Уровень собственных шумов 3,5 дБ.

И. Сергеев. Антенный усилитель с полосковыми линиями. Радио, 1983, 6, с. 57. Однокаскадный усилитель дециметрового диапазона на транзисторе ГТ362Б. Приводятся простейшие формулы для определения длины полосковых линий в зависимости от длины волны сигнала. Усилитель на двух одинаковых каскадах, для которого приведен рисунок печатной платы, имеет усиление 18 дБ в полосе пропускания от 520 до 600 МГц при уровне собственных шумов 3,5 дБ.

Антенный усилитель. Радио, 1989, 4, с. 77. Из раздела "По страницам зарубежных журналов". Двухкаскадный широкополосный усилитель на транзисторах BFR90 (отечественный аналог КТ606). Рассчитан на усиление сигналов дециметрового диапазона. Оба каскада собраны по схеме с общим эмиттером и коллекторной активной нагрузкой (резисторы сопротивлением 270 и 200 Ом).

А. Тимофеев, В. Тимофеев. Широкополосный малошумящий антенный усилитель. В помощь радиолюбителю, 61, с. 25-30. Описание усилителя, собранного на двух транзисторах ГТ329А, с полосой пропускания от 1 до 250 МГц и коэффициентом усиления около 20 дБ. Входное и выходное сопротивления 50 Ом.

А. Шевченко. Антенный усилитель ДМВ. В помощь радиолюбителю, 90, с. 73-75. Усилитель, собранный на двух транзисторах ГТ341А и ГТ341Б с полосой пропускания от 470 до 790 МГц. Коэффициент усиления 12 дБ, входное и выходное сопротивления 75 Ом.

О. Пристайко, Ю. Поздняков. Узкополосный антенный усилитель с перестраиваемой амплитудно-частотной характеристикой. В помощь радиолюбителю, 101, с. 24-31. Усилитель на двух транзисторах КТ371А и ГТ346А с коэффициентом усиления 22 дБ и полосой пропускания 8 МГц может перестраиваться на один из каналов в пределах диапазонов 1-5 или 6-12 каналов подстроечным конденсатором.

И. Гончаренко. Широкополосный антенный усилитель. Радиолюбитель, 1992, 4, с. 4-5. Апериодический усилитель на одном транзисторе КТ3115А, КТ372А или КТ3101А-2. Полоса пропускания от 10 до 1500 МГц, коэффициент усиления 10 дБ, коэффициент шума 5 дБ. Подчеркивается назначение усилителя - компенсация затухания сигнала в фидере.

И. Нечаев. Телевизионный антенный усилитель. Радио, 1992, 6, с. 38-39. Миниатюрный усилитель на плате размерами 35×39 мм, собранный на двух малошумящих транзисторах КТ368А с глубокой отрицательной обратной связью, стабилизирующей работу. Коэффициент усиления 25 дБ в полосе частот 40...230 МГц.

А. Комок. Антенный усилитель ДМВ диапазона. Радиолюбитель, 1993, 5, с. 2. Даны рекомендации по выбору антенных усилителей, предложен усилитель на двух транзисторах КТ3102А-2 апериодического типа с фильтром верхних

частот на входе. Коэффициент усиления 30 дБ в полосе частот от 470 до 790 МГц, коэффицикент шума 3 дБ.

А. Розов, Е. Комаров. Антенный усилитель ДМВ. Радиолюбитель, 1993, 8, с. 5. Усилитель на трех бескорпусных транзисторах ГТ383Б-2 по схеме с общими эмиттерами. Диапазон частот от 470 до 638 МГц, коэффициент усиления не менее 30 дБ и коэффициент шума не более 7 дБ.

И. Нечаев. Блок питания антенного усилителя. Радио, 1994, 3, с. 38-39. Источник стабилизированного напряжения от 9 до 12 В, собран по импульсной бестрансформаторной схеме, с максимальным током нагрузки 20 мА.

Антенный усилитель. Радио, 1994, 3, с. 40. Из раздела "По страницам зарубежных журналов". Усилитель содержит два канала для 1-5 и 6-12 каналов с раздельными антенными входами и общим выходом. Каждый канал собран на одном транзисторе BF200 (отечественный аналог КТ339А) по схеме с общей базой. Коэффициент усиления каждого канала не менее 6 дБ.

И. Нечаев. Широкополосный антенный усилитель. Радио, 1994, 11, с. 8-9. Усилитель на трех транзисторах КТ368Б, КТ325Б и КТ325Б по апериодической схеме. Коэффициент усиления 27 дБ в полосе пропускания от 45 до 230 МГц.

В. Солнцев. Антенный усилитель. Радиолюбитель, 1994, 11, с. 6. Модернизированный вариант усилителя, описанного в сборнике "В помощь радиолюбителю", выпуск 90. Автор утверждает, что ему удалось расширить полосу пропускания в области нижних частот до 200 МГц. Собран на двух транзисторах КТ339А.

Г. Гилюк. Замена СВЧ транзисторов в антенных усилителях. Радиолюбитель, 1995, 4, с. 19. Публикуется таблица, содержащая 20 транзисторов, пригодных для использования в двухкаскадных антенных усилителях по схеме с общим эмиттером.

И. Нечаев. Вариант блока питания антенного усилителя. Радио, 1995, 10, с. 54. Предлагается схема питания усилителя от сети переменного тока через трансформатор тока, что позволяет осуществить автоматическое включение питания усилителя при включении телевизора. Питание усилителя стабилизировано.

И. Нечаев. Корректирующий антенный усилитель. Радио, 1995, 12, с. 8-10. Описание и схема с рисунком печатной платы частотноизбирательного усилителя на частоты каждого из 12 метровых каналов с усилением порядка 5 дБ в пределах всего диапазона и до 22 дБ на одном канале.

Е. Яковлев. Антенный усилитель диапазона УКВ. Радио, 1996, 6, с. 59. Усилитель на одном полевом транзисторе BF960 собран на плате с размерами 22×48 мм. Предназначен для работы в диапазоне от 66 до 108 МГц. Коэффициент усиления 20 дБ, коэффициент шума менее 3 дБ.

С. Песков, В. Нестеркин. Всеволновый и малошумящий телевизионный антенный усилитель. Радиолюбитель, 1996, 8, с. 3. Усилитель на двух бескорпусных транзисторах КТ3132А-2 перекрывает полосу частот от 30 до 950 МГц с коэффициентом усиления не менее 18 дБ.

А. Рыжкин. Антенный усилитель. Радиолюбитель, 1997, 3, с. 3. Два варианта резонансного антенного усилителя на полевом транзисторе с барьером Шоттки ЗП325. С помощью варикапов усилитель может перестраиваться в пределах 6...12 каналов.

С. Тужилин. Усилитель ДМВ - из широкополосного. Радио, 1997, 7, с. 15. Предлагается методика переделки широкополосного усилителя SWA-3, входящего в комплект польской телевизионной антенны ASP-4, в усилитель диапазона ДМВ.

И. Нечаев. Комбинированные усилители ТВ сигналов. Радио, 1997, 10, с. 12-13; 12, с. 26. Когда по фидеру передаются от антенн сигналы нескольких разных диапазонов, можно использовать комбинированный усилитель, обладающий частотной характеристикой специальной формы, которая исключает усиление ненужных частот. Предлагается две схемы усилителя.

ОГЛАВЛЕНИЕ

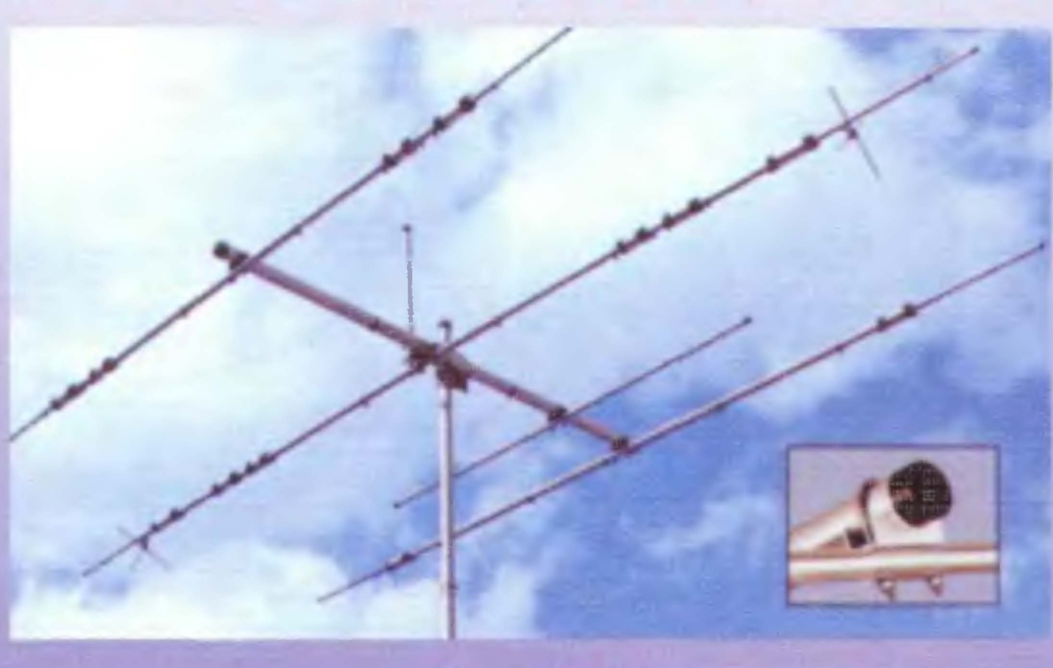
С. Тужилин. Усилитель ДМВ - из широкополосного. Радио, 1997, 7, с. 15. Предлагается методика переделки широкополосного усилителя SWA-3, входящего в комплект польской телевизионной антенны ASP-4, в усилитель диапазона ДМВ.

И. Нечаев. Комбинированные усилители ТВ сигналов. Радио, 1997, 10, с. 12-13; 12, с. 26. Когда по фидеру передаются от антенн сигналы нескольких разных диапазонов, можно использовать комбинированный усилитель, обладающий частотной характеристикой специальной формы, которая исключает усиление ненужных частот. Предлагается две схемы усилителя.

С. Тужилин. Усилитель ДМВ - из широкополосного. Радио, 1997, 7, с. 15. Предлагается методика переделки широкополосного усилителя SWA-3, входящего в комплект польской телевизионной антенны ASP-4, в усилитель диапазона ДМВ.

И. Нечаев. Комбинированные усилители ТВ сигналов. Радио, 1997, 10, с. 12-13; 12, с. 26. Когда по фидеру передаются от антенн сигналы нескольких разных диапазонов, можно использовать комбинированный усилитель, обладающий частотной характеристикой специальной формы, которая исключает усиление ненужных частот. Предлагается две схемы усилителя.


АНТЕННЫ
ДЛЯ
ЛЮБИТЕЛЕЙ И
ПРОФЕССИОНАЛОВ




- ОПТОВЫЕ И РОЗНИЧНЫЕ ПОСТАВКИ
СО СКЛАДА И НА ЗАКАЗ


- СКИДКИ


Р



ISBN 5-86955-017-3

9 785869 550170

дизайн: ярослав ушаков
ushakov@pol.ru